

土木研究所資料

合成げたの床版打換え工法に関する調査

—「外ケーブル工法および軸力導入工法を用いた
合成げた床版の打換え設計・施工マニュアル(案)」—

平成10年6月

建設省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室

Copyright © (1998) by P.W.R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

合成げたの床版打換え工法に関する調査

－「外ケーブル工法および軸力導入工法を用いた
合成げた床版の打換え設計・施工マニュアル（案）」－

構造橋梁部橋梁研究室	室 長	西川和廣
同	主任研究員	神田昌幸*
同		福地友博**
同		宮崎和彦

要 旨

合成げたとして設計されている橋梁の床版を交通供用下で打換えるのは、施工中のけた座屈現象や合成後のけた応力超過が問題となる場合が多い。本調査では、このような状況を踏まえて、打換え時に支保工を不要としけた下条件に制限されず、施工途中における暫定的な全面交通解放も可能となる新しい工法「外ケーブル工法」および「軸力導入工法」を提案し、工法の適用性や施工上の留意点・問題点について検討を行った。さらに、実橋での試験施工を行い、その有効性を確認し、合成げた橋の床版打換え工法として技術的に確立した。また、本工法が広く一般に普及できるように「外ケーブル工法および軸力導入工法を用いた合成げた床版の打換え設計・施工マニュアル（案）」としてとりまとめたものである。

キーワード：合成げた床版、床版打換え、外ケーブル工法、軸力導入工法、交通仮開放

* 現在：都市局街路課 特定都市交通施設整備室 課長補佐

** ：沖縄総合事務局 開発建設部 道路管理課

まえがき

近年の大型車両の増加、道路構造令における設計自動車荷重の改訂等に伴い、道路管理の現場においては既設RC床版の補修・補強工事が増加している。しかしながら、合成げたとして設計されている鋼道路橋の床版を交通供用下で打ち換える場合には、施工中のけたの座屈現象や、合成げたの応力超過が問題となることが多い。これらの対策としては、従来から行われている支保工による方法やけた断面を補強する方法、または全面通行止めを行って施工することが考えられるが、けた下条件により支保工の設置が困難な場合や迂回路の乏しい橋梁においては対策が難しく、新たな工法の開発、導入が求められている。

土木研究所では、鋼合成げた橋の床版打換え時に生じるこのような課題に対応するべく、検討を行ってきたが、いわゆる外ケーブルを仮設部材として用いた工法を開発し、技術的確立を目指した。同工法は、外ケーブルを効果的に利用することで合成げた床版の打換え時の安全性を確保するものであり、また、けた下条件に左右されず、施工期間中の暫定交通開放も可能とする工法である。さらに、外ケーブル軸力の調整による、床版へのプレストレスの導入や死活荷重合成げた化による耐荷力の改善の可能性も有している。これまでの研究で、同工法についての詳細な解析による検討ならびに実験及び実橋における試験施工等を実施し、工法の安全性、適用性、設計・施工時の留意点等を明らかにすることができた。今回、「外ケーブル工法」を鋼合成げた橋の床版打換えに有効な工法として広く一般に普及することを目的にマニュアル（案）を作成したものである。

一方、鋼合成げた橋の床版を打ち換えるもう一つの工法として「軸力導入工法」が、用いられてきており、これについても過去の研究成果や施工事例を参考にマニュアル（案）を作成することとした。両者は、鋼合成げた橋が床版打換え時に有する問題に対処するという点では、ほぼ同様な信頼性を有しているが、適用条件について互いに補完する部分があり、現場条件や当該橋梁の状況や置かれている環境を考慮して、工法を選択することにより、適用の範囲が拡大されることが期待される。

なお、本マニュアルで示す「外ケーブル工法」および「軸力導入工法」を用いるにあたっては、使用する器具等に関して一部特許を有するものがあるが、これらの特許は、本マニュアル（案）に示す床版打換え工法の適用を妨げる性質のものではない。しかし、施工時の安全管理上重要なポイントもあり、マニュアルの記述をよく理解した上で性能・寸法等を定める必要がある。当面、予想外の混乱を避けるため、「外ケーブル工法」あるいは「軸力導入工法」を用いて床版の打換えを実施する場合には、施工前に建設省土木研究所橋梁研究室まで御一報頂ければ幸いである。

外ケーブル工法および軸力導入工法を用いた
合成げた床版の打換え設計・施工マニュアル（案）

目 次

第1章 総則	1
1.1 適用の範囲	1
1.2 施工計画	7
(1) 現橋調査	7
(2) 施工方法・手順	7
(3) 施工計画書	7
1.3 用語の定義	8
(1) 解析手法に関する用語	8
(2) 外ケーブル工法に関する用語	8
(3) 軸力導入工法に関する用語	9
第2章 外ケーブル工法を用いた合成げた床版の打換え	11
2.1 設計	11
2.1.1 工法の適用条件	11
2.1.2 設計に関する一般事項	12
(1) 主げたの安全性を照査する施工段階	12
(2) 安全性照査に用いる荷重	12
(3) プレストレス導入および解放による主げた応力度の計算	12
(4) ずれ止めの設計	13
(5) 上載荷重の増加に伴う張力増加の影響	13
(6) 横分配の影響	13
2.1.3 使用材料および装置	19
(1) 緊張材	19
(2) 定着部および偏向部	19
2.1.4 許容応力度	19
2.1.5 初期プレストレス量の決定	20
2.1.6 定着部の構造	21
2.1.7 防振装置	23
2.1.8 外ケーブルを補強材として残す場合の留意点	24
2.2 施工	26
2.2.1 施工手順	26
2.2.2 施工前現地調査	27
2.2.3 外ケーブルの取付け	27
2.2.4 外ケーブルの緊張	28
2.2.5 旧床版の撤去	29
2.2.6 新床版の架設	29
2.2.7 外ケーブルの緊張力調整	30
2.2.8 けたと床版の合成	30
2.2.9 けた端部床版のコンクリート打設	31
2.2.10 一次・二次施工継手工	31
2.2.11 外ケーブルの緊張力解放	32
2.2.12 橋面工	33
2.2.13 仮設防護柵	33
第3章 軸力導入工法を用いた合成げた床版の打換え	37
3.1 設計	37
3.1.1 工法の適用条件	37
3.1.2 設計に関する一般事項	38
(1) 主げたの安全性を照査する施工段階	38
(2) 安全性照査に用いる荷重	38
(3) 主げたの応力計算	38
(4) 横分配の影響	38
3.1.3 使用材料および装置	40
(1) 間詰めコンクリート	40

(2) 軸力伝達装置	41
(3) 軸力測定器具	41
3.1.4 許容応力度	42
3.1.5 プレロード量の決定	42
3.1.6 軸力伝達装置近傍の前処理	44
3.2 施工	46
3.2.1 施工手順	46
3.2.2 施工前現地調査	48
3.2.3 旧床版の切断及び撤去	48
3.2.4 新床版の架設	49
3.2.5 軸力伝達装置の設置	50
3.2.6 けたと床版の合成	50
3.2.7 軸力導入	51
3.2.8 仮設防護柵の設置	51
3.2.9 覆工版の設置	51

－資料編－

第一部 設計計算例

1.1 外ケーブル工法	53
1.2 軸力導入工法	163

第二部 実施工における計測結果例

2.1 外ケーブル工法を用いた実橋試験施工	184
2.1.1 橋梁概要	184
2.1.2 損傷状況	185
2.1.3 施工概要	186
2.1.4 測定概要	186
2.1.5 測定結果	192
2.2 軸力導入工法を用いた実橋試験施工	210
2.2.1 橋梁概要	210
2.2.2 施工概要	212
2.2.3 測定概要	217
2.2.4 測定結果	223

参考文献	236
------	-----

第1章 総則

1.1 適用の範囲

本マニュアルは、主として鋼コンクリート合成げたの床版打換えにおいて、仮設構造物として外ケーブルを用いる「外ケーブル工法」および床版に逐次軸力を導入する「軸力導入工法」を用いる場合に適用する。なお、ここに規定されていない事項については道路橋示方書等の関連基準に従うこととする。

鋼げたの上に鉄筋コンクリート床版を載せる場合、非合成げた橋と呼ばれるものは、鋼げたのみを主げたとして取り扱い、この設計において鉄筋コンクリート床版の剛性は全く無視される。

一方、鋼げたと鉄筋コンクリート床版とをずれ止めを用いて結合し、両者が一体となって抵抗するようにしたいいわゆる鋼コンクリート合成げた橋は、その合理性及び経済性から今日迄数多くの施工実績を有している。

主として、欧米の影響を受けながら1950年代に導入された合成げた橋は、溶接構造や格子げた、頭付きスタッドジベルの導入等の採用により急速に普及し、1978年には建設数で主要鋼橋の40%に相当する年間300橋を越える程一般的な橋梁型式となった。

しかし、1980年代半ばには、車輛の大型化に伴う床版の損傷が問題となり、合成げた橋の設計例は、その後十年間で1/3以下迄に減少した。とりわけ連続合成げた橋の施工は、1980年以降ほとんど採用されなくなっている。また、単純合成げた橋も床版補修の困難さゆえに、採用が見送られるケースが多くなっている。

このような背景のもと、1970年代に建設された合成げた橋の床版も、今日取換えの時期を迎えているが現在では、各種研究機関による床版損傷機構の解明や輪荷重走行試験により、床版の疲労耐久性向上対策が徐々に確立されてきている。また、建設コストの縮減が社会的な要請となっている昨今、合成げた橋の復権を唱える声も多くなっている。

したがって、合成げた床版の打換えに際して、打換え工法さえ確立できれば、合成げた橋は維持管理上、安全で経済的な橋梁形式となりうる。これまでは、合成げた床版の打換えに当って、支保工・固定間距離の短縮・けた断面補強等の対策が実施されてきたが、架設地点による制約や施工性・交通処理の問題点等により、こう言った施工が年々難しくなっている。

以上より、本マニュアルでは、これ等の問題を解消し、安全性を確保する上で有益な

「外ケーブル工法」と「軸力導入工法」を取り上げ、設計・施工面での留意点・検討項目や適用条件を明確化し、手引きにするものである。

(1) 合成げた橋の床版を打ち換える場合の一般的な問題点

合成げた橋の床版は、版として荷重を支えるだけでなく桁としても荷重を支えている。そのため、これを打ち換える場合には次のような問題が生じる。

- 1) 完全通行止めをせず、一部供用しながら床版を順次打ち換える場合には、打換え境界付近のけたは、合成されるべき床版がない状態で活荷重を載荷することになり、応力超過の可能性（図-解 1.1.1参照）があり、場合によっては、けたの横倒れ座屈の危険が生じることもある。
- 2) 床版が撤去されたけたは、未撤去部のけたの影響によりたわみが完全に戻らない。この状態で床版を打設するので、打ち換えたけたに付加応力が残留する。

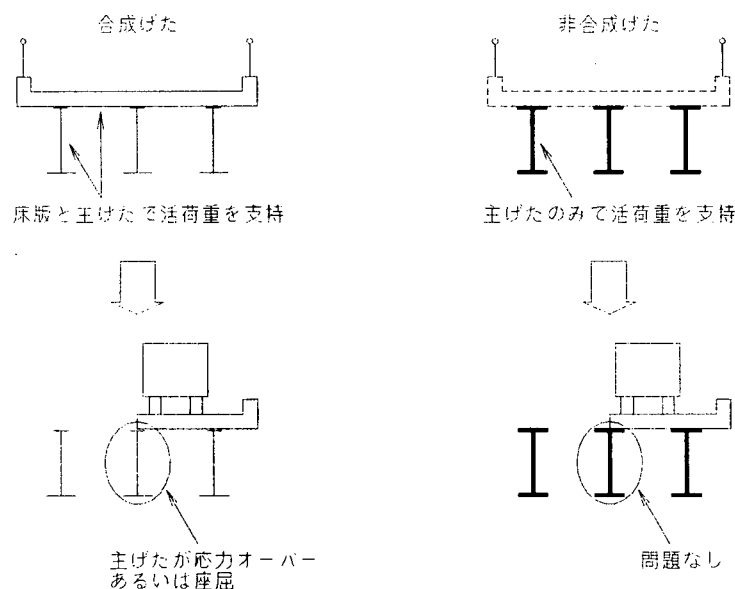


図-解 1.1.1 合成げた橋における床版打換え

過去には、架設時の詳細な検討をすることなく、一度に大量のコンクリート床版を撤去したため、撤去区間の上フランジが座屈を起こし、落橋寸前まで至ったこともある。

(2) 一般的に用いられる工法

1) 支保工

けた下からのベントもしくはけた下にトラスビームを架設し、主げたを支える工法であり、現在最も多く用いられている。

支保工を支点とし、床版打換え中に主げたに生じる断面力を低減することができる。ただし、架橋条件（谷、海峡部）によっては、けた下からの支保工が設置困難な場合があり、適用に限界がある。

2) 固定点間距離の短縮

既設対傾構等の中間に横支材を取り付け、主げたの固定点間距離を短縮し、主げた上フランジの曲げ圧縮に対抗する。これにより、横倒れ座屈の可能性は低減できるが、打ち換えたけたのたわみの回復は不可能である。

3) けた断面補強

主げたフランジに補強板等を取り付けて、けた断面を増強する。この場合、取付けの困難さや施工後の主げた重量の増加を伴うことが多い。

(3) 本マニュアルで扱う工法

1) 外ケーブル工法

合成げた床版の打換えにあたり、主げたの下側に仮設材として外ケーブル（P C 鋼棒等）を設置し、これに緊張力を導入し、主げたに偏心軸力を与えることによって、床版打換え時の主げたの安全性を確保する工法（図-解 1.1.2 参照）である。

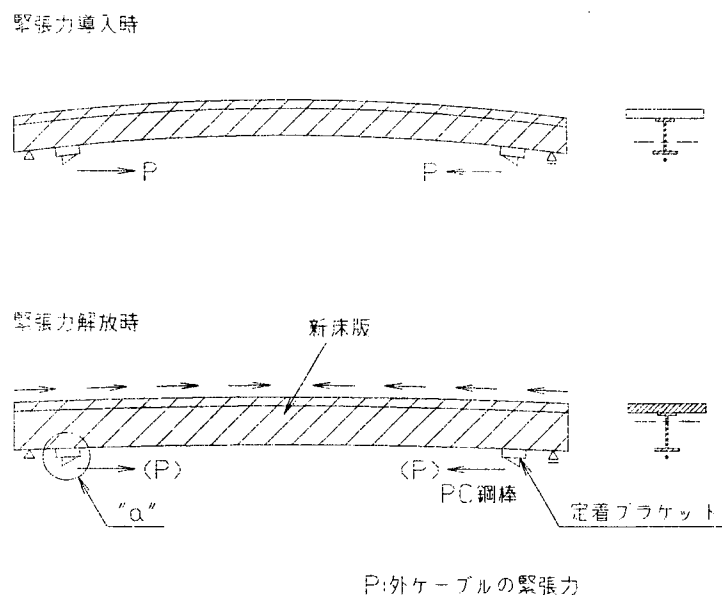


図-解 1.1.2 外ケーブル工法の概念図

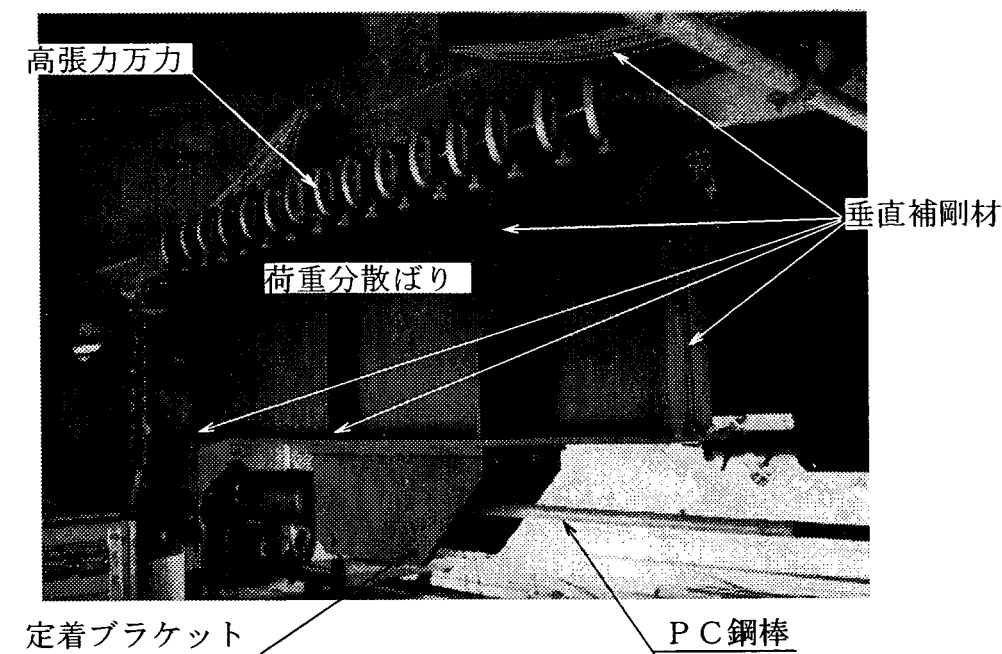


写真-解 1.1.1 定着部の詳細 “a” 部

そのため、既設床版の損傷程度に左右されず、新床版の種類も限定されないという利点がある。この工法によれば、特に主げた上フランジの圧縮応力度を低減でき、横倒れ座屈に対する安全性を高めることが可能で、キャンバーの調整を行うこともできる。

さらに、床版打換え後に、外ケーブルの緊張力を解放することにより、床版に橋軸方向の圧縮力が導入されるため、主げたの応力が低減され耐荷力が向上する。床版に導入された橋軸方向軸力は、橋軸直角方向ひびわれの発生を抑止するため、床版の耐久性向上にも有効である。本工法は、合成げただけでなく非合成げたに適用した場合にも、主げたの耐荷力向上と床版の耐久性向上を図ることが可能である。

外ケーブルを永久構造物として使用すれば、主げたの耐荷力をよりいっそう高める効果がある。

2) 軸力導入工法

合成げたの新床版と旧床版の目地部に、複数の床版軸力を伝達させる部材（軸力伝達装置；図-解 1.1.3参照）を配置し、主げたと床版の合成効果を確保しながら合成げた床版の打換えを行う工法である。施工途中においても目地部を覆工することにより、交通仮開放が可能である。交通仮開放時には、主げたフランジの応力低減や活荷重振動による軸力伝達装置のゆるみ止めを目的として、軸力伝達装置に所定のプレロードを導入し、新旧床版間に圧縮力を作用させる。

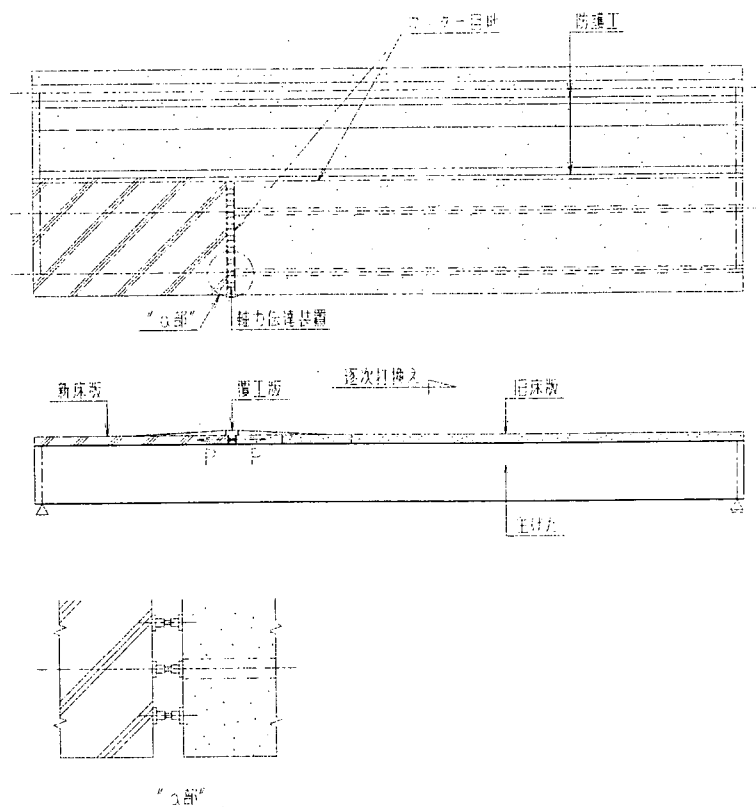


図-解 1.1.3 軸力導入工法の概念図

(1 サイクル施工終了後の交通仮開放の状態)

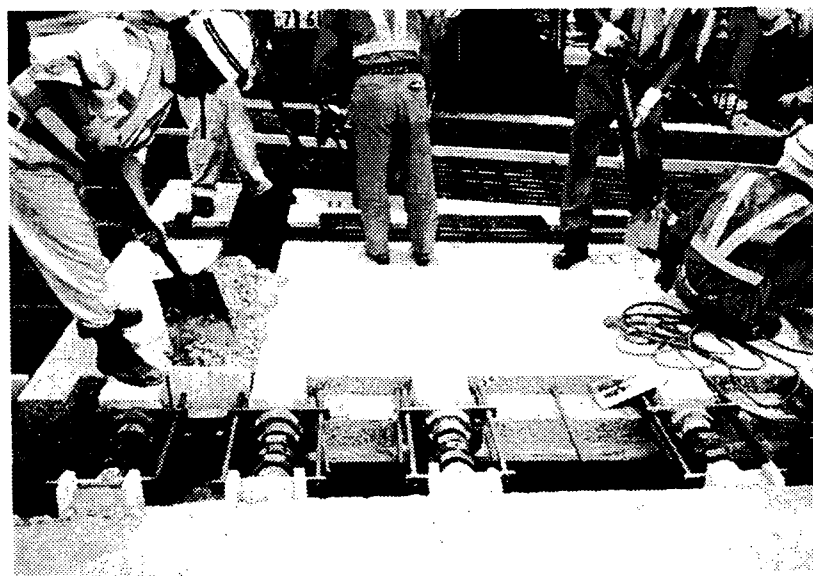


写真-解 1.1.2 軸力伝達装置の設置状況

(この上に覆工版を乗せ、交通を仮解放する)

なお、これまでの実績と検討をふまえた各工法の本マニュアルにおける適用の範囲を表-解 1.1.1に示す。この適用範囲を超える場合や連続合成げた橋の場合には、別途検討が必要である。

表-解 1.1.1 本マニュアルの適用の範囲

			外ケーブル工法	軸力導入工法
橋長（支間長）			50m程度迄	70m程度迄
幅員			16mまでの2車線＋歩道	広い幅員でも可
構造形式	活荷重	鋼単純Iげた橋	◎	◎
		鋼単純箱げた橋	×	◎
	死活荷重	鋼単純Iげた橋	○	×
		鋼単純箱げた橋	—	—
	非合成げた橋の合成桁化		◎	×
桁の平面形状	直線主げた		◎	◎
	曲線主げた		○	◎
道路線形	道路法線が曲線		○	◎
	縦横断勾配		◎	◎
斜角		70°～90°	特に制限なし	
床版形式	プレキャスト床版		◎	◎
	場所打ち床版		○	×
耐荷力の向上			○	×
既設床版の損傷状態			劣化の著しい床版でも適用可	強度低下の著しい床版は不可

上記表に示される◎は適用可を、○は適用に際しては可能であるが、慎重な検討が必要であることを示すものとする。×は不適用を示す。また、本マニュアルにおける適用の範囲については、各工法の適用条件2.1.1および3.1.1を参照のこと。

なお、上記表内で各工法共に不適用の場合には、一般的に用いられる工法（支保工等）によるものとする。また、—は、実橋例が、きわめて少ないものを示している。

1.2 施工計画

各工法の施工にあたっては、現橋調査を十分に行った上で、施工方法・手順について十分検討しなければならない。また、これに基づき施工計画書を作成することが必要である。

(1) 現橋調査

各工法の適用にあたっては、対象となる橋の形状寸法、現況および健全度に依存する度合いが大きい。したがって、適用の対象となる橋に関して、以下の情報や資料が必要である。

- 1) 設計図書（設計計算書、図面等）
- 2) 健全度評価（現況の主げた、横げた、床版等についての損傷レベル、支承の機能、交通量等）
- 3) 補修履歴（補修年度、内容、補修・補強図面等）

(2) 施工方法・手順

各施工段階ごとの主げた断面の応力度等の照査は、現橋の竣工当初の条件を十分考慮した上で行う必要がある。すなわち、合成後死荷重（舗装等）や供用中に添加された部材等の荷重を十分吟味することとする。

また、施工中に実施が予定される交通規制の状況に応じた荷重を念頭に置かなければならない。

(3) 施工計画書

施工計画書は、検討された施工方法および手順が、実際の現場施工において忠実に行われるよう、現場の特性が十分考慮され、かつ分かりやすい記述でなければならない。施工計画書の作成にあたっては、外ケーブル工法、軸力導入工法の特性を十分認識し、道路橋示方書Ⅱ鋼橋編15章施工を参照するとともに、種々の調査を行い、その結果をふまえて取り組まなければならない。

- (1) 前提条件として、条文に示す情報や資料が必要であるが、これらが紛失している場合には、けたや床版の形状寸法を調査したうえで、復元設計を実施する必要がある。なお、図面のみ存在する場合には、実際の形状寸法等と比較したうえで復元設計を実施する。この復元設計において、対象となる荷重および許容応力度は、建設時の適用示方書による等級に応じた荷重および許容応力度とする。

健全度評価にあたっては、主構部材の腐食の度合い、形状や溶接部の変状、疲労によるクラックの有無等に注意が必要である。特に、主げたが面外に変形している場合には、

原因を調査し耐荷力に問題がないことを確認した後に施工計画を立てる。問題がある場合には、主げたの補強等を行い問題を解消した後に施工計画を立てる。

軸力導入工法の場合には、旧床版が合成げたとしての床版軸力を伝達できる程度の剛性を有していることが必要であることから、床版の劣化が著しく十分な剛性が期待できない場合には、適用を避けなければならない。

さらに、錆や土砂等によって、支承の機能が阻害されている場合には、事前に支承部を清掃し、潤滑剤を注入する等して機能回復を図る必要がある。

補修履歴調査にあたっては、地覆改良等による死荷重の変化にも注意が必要である。

- (2) 現場への資材の搬入および搬出の可能性、足場工（吊り足場等）、交通量（特に大型車）に応じた規制条件（夜間、片側、全面）を、十分に吟味するものとする。

また、寒冷地においては降雪の影響の有無等、季節的な条件を考慮する必要がある。

- (3) 施工計画書には、検討された施工方法（外ケーブル工法または軸力導入工法）について、選定理由を明確にし、対象工法の内容を本マニュアルを参考に示しておかなければならない。施工手順としては、撤去される床版が、どのような手順で、どの時期に切断され撤去されるのかが、工程表の中にわかりやすく示されていなければならない。また、新設される床版の現場打ちコンクリート打設計画もしくはプレキャスト床版の敷設時期、目地部の間詰めコンクリート施工時期、場合によっては、プレストレス導入時期等も示されていなければならない。

なお、これらの床版撤去および新設の順序は、設計計算書の安全性の照査で仮定したものと一致していなければならない。また、打換え施工時の供用荷重条件も（片側車線、限定車線枠等）わかりやすく示しておく。

1.3 用語の定義

(1) 解析手法に関する用語

- 1) 平面格子解析 主げたおよび横げたを、剛性を持った棒要素として平面的な格子モデルに置き換えて解析を行う手法をいう。
- 2) 立体骨組解析 主げた・横げたおよび横構を、剛性を持った棒要素として立体的な骨組モデルに置き換えて解析を行う手法をいう。

(2) 外ケーブル工法に関する用語

- 1) 荷重分散ばり 外ケーブルの緊張による、定着部付近の主げたに発生する局部的な応力を、分散させる装置をいう。枕ばりと称する場合もある。
- 2) 高張力万力¹⁾ 外ケーブル装置と主げたの連結に用いる、高張力鋼を用いた万力

のことをいう。

(3) 軸力導入工法に関する用語

- 1) プレロード 主げたフランジの応力低減および暫定交通開放時の橋面振動による装置のゆるみ防止を目的に、新旧床版間に作用させる圧縮力という。
- 2) 軸力伝達装置 プレロードを導入するための道具をいい、新旧床版間に複数配置する。
- 3) 軸力測定器具 プレロード量および供用荷重により発生する床版軸力を確認する測定器具をいう。

- (1) 床版の応力照査のための解析は、原則として下記に示すような、主げたおよび横げた（もしくは床版）より成る平面格子モデル（図-解 1.3.1参照）で行うが、場合によっては立体骨組モデル（図-解 1.3.2参照）を使用することもある。

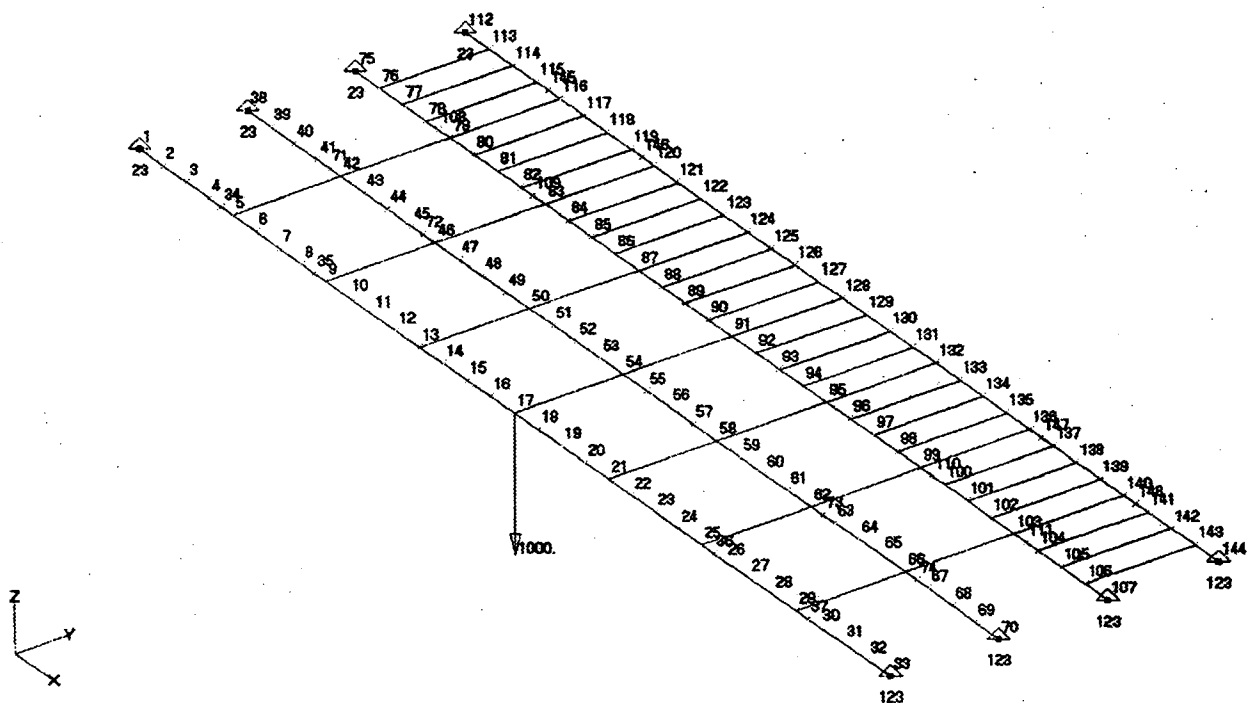


図-解 1.3.1 平面格子解析モデル

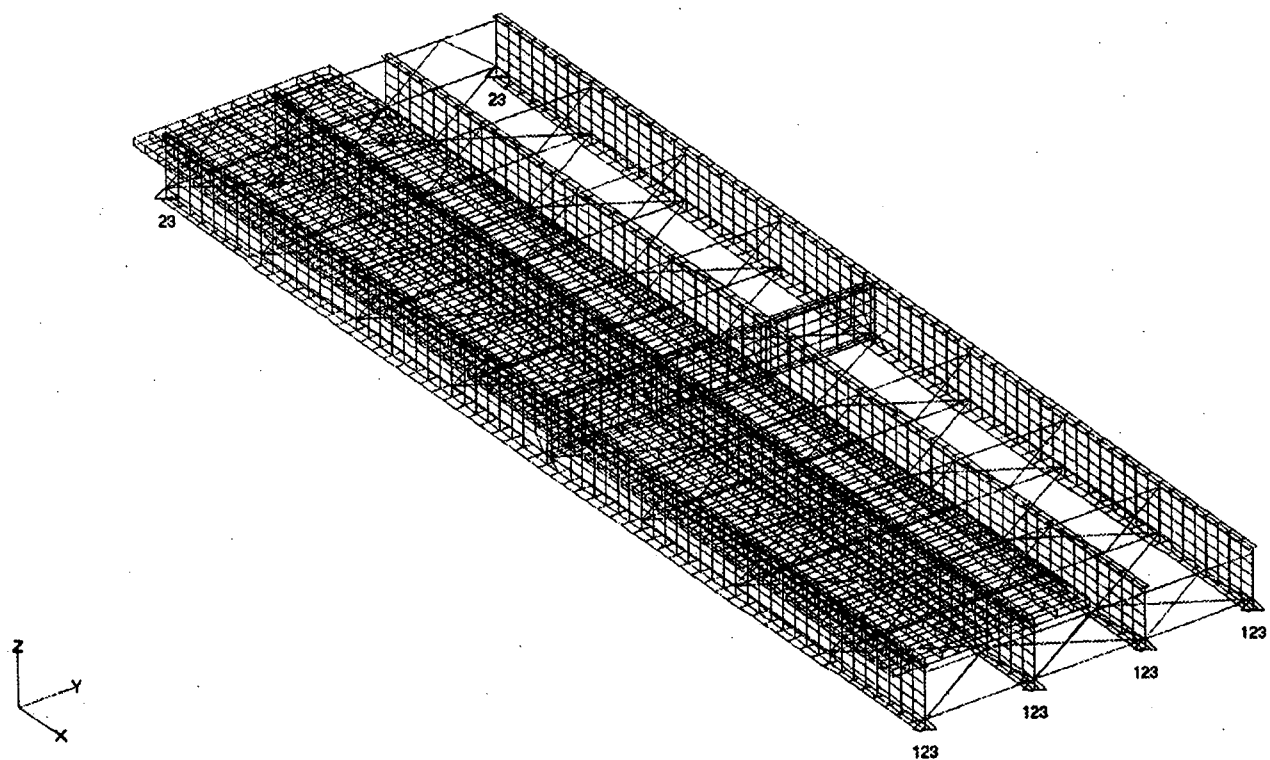


図-解 1.3.2 立体骨組解析モデル

なお、一般的な平面格子解析モデルによると、床版および横構等の影響を的確に評価することができないので、図-解 2.1.3に示す疑似ボックスモデルを適用する方がよい場合もある。

第2章 外ケーブルを用いた合成げた床版の打換え

2.1 設計

2.1.1 工法の適用条件

適用の範囲は以下の通りとする。

- (1) 20~50m程度の支間を有する、鋼単純活荷重合成 I げた橋を対象とする。
- (2) 原則として直線主げたを有し、斜角が 70° 以上の橋に適用する。
- (3) 本工法は、プレキャスト床版以外に現場打ち床版にも適用できる。
- (4) 主げたの耐荷力向上および床版の耐久性向上を目的に、非合成げたへの適用も可能である。

- (1) 支間が50mを超える橋に本章を適用する場合には、プレストレス量や定着部の構造等に関して十分な検討を行わなければならない。また、連続合成げた橋や死活荷重合成げた橋は、建設数が少ないということもあり本章の対象外とした。

連続合成げた橋の検討を行う場合には、支点上の負の曲げモーメントの影響を考え、外ケーブルの配置および定着方法について別途検討する必要がある。また、死活荷重合成げた橋の検討を行う場合には、主げたや床版の自重も合成断面で抵抗する構造であるため、プレストレスの導入時期、導入量や定着部の構造について別途検討する必要がある。

- (2) 本工法は、直線の主げたを有する直橋を対象とするが、道路法線が曲線でも主げたが直線の場合には適用が可能である。曲線の主げたについては、面外のモーメントの影響が大きいため、本マニュアルでは適用の範囲外としたが、主げたの曲率が外ケーブルの効果に大きな影響を与えない場合にはその限りではない。

橋の斜角が小さい場合には、主げた相互のキャンバー差が大きくなり（図-解 2.1.1 参照）、片側車線の床版を部分的に撤去するような場合には、主げたキャンバーのもどりが拘束される。そのため、本章では斜角 70° までの橋に適用することとした。

また、橋両端の斜角が異なる場合には、けた支間がそれぞれ違い、外ケーブルの定着位置およびプレストレス導入量等を主げたごとに変える必要もあるため、これらを別途検討することが望ましい。

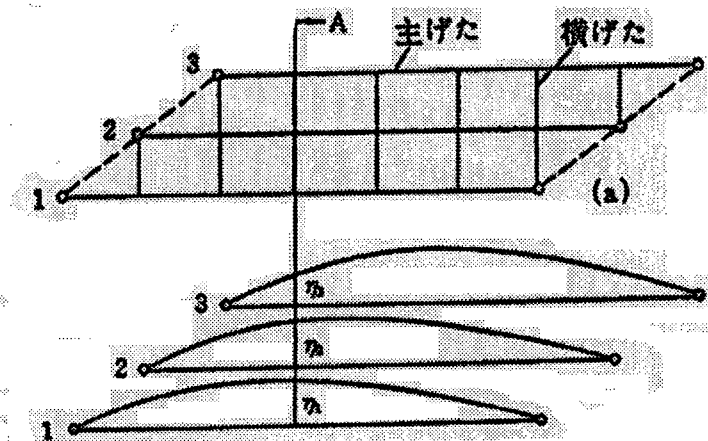


図-解 2.1.1 キャンバー差の影響

- (3) 本工法は、主げたに取り付けた外ケーブルを緊張して、上フランジに生じる応力を低減させる工法である。したがって、既設床版の状態や打換える床版の種類に左右されない工法である。
- (4) 本工法は、主げたの耐荷力向上および床版の耐久性向上を目的に、非合成げたを合成げた橋に構造変更する場合にも適用が可能である。その場合には、合成を確保するためにジベルピッチ等を検討する必要がある。

2.1.2 設計に関する一般事項

合成げたの床版打換えに外ケーブル工法を用いる場合の、設計に関する一般事項について以下に記す。

(1) 主げたの安全性を照査する施工段階

床版打換え時に危険となる可能性のある作業段階において主げたの安全性を照査するものとする。

(2) 安全性照査に用いる荷重

床版打換え時に使用する架設重機等は、実際の状況を考え最も危険となる位置に載荷して設計するものとする。

(3) プレストレス導入および解放による主げた応力度の計算

主げた応力度は、外ケーブル定着部間における軸力と、床版の有効幅を考慮した合成断面の重心軸と緊張材との偏心距離によって生じる曲げモーメントにより算出する。

(4) ずれ止めの設計

ずれ止めの設計は、合成後に載荷される後死荷重、活荷重と外ケーブル解放の影響を考慮して行うものとする。

(5) 上載荷重の増加に伴う張力増加の影響

①主げたに導入したプレストレスは外力として扱い、上載荷重の増加に伴う外ケーブルの張力増加の影響は、主げたの応力計算上は考慮しないものとする。

②荷重分散ばりと主げたとの定着および緊張材の選定にあたっては、外ケーブルの張力増加分を見込んで設計を行わなければならない。

(6) 横分配の影響

多主げた橋の床版を片側車線ごとに打ち換える場合には、横分配を考慮して設計計算を行うことを原則とする。

(1) 設計時には、対象とする橋の施工条件を十分検討し、危険となる可能性のある各施工段階について照査を行わなければならない。なお、新床版にプレキャスト床版を用いる場合、既設床版を撤去し、新床版の敷設が完了した段階（合成前）で、暫定交通供用する状態が最も危険な状態となる。

(2) 床版打換え時の主げたの安全照査は、床版架設に使用するトラッククレーン等の荷重を、実際の作業状況を考え、最も危険となる位置に載荷させて行うものとする。その際、架設重機による荷重は、けた支間に応じた衝撃を含めるものとする。

床版を打換えていない車線の活荷重は、対象とする橋の建設当初の荷重を用いてもよいものとした。これは、床版の打換え作業中においては、対象とする橋がもともと有している活荷重に対する安全性が確保できればよいと考えられるからである。また、その場合に仮設防護柵によって車両の走行位置が制限できる場合には、実際の走行位置に2.75m幅のレーン載荷を採用してもよいものとした。

外ケーブルの張力だけでは、主げたの応力度が許容応力度を超過する場合には、仮設の支材を併用するなどして許容応力度を超過させないような対策を施さなければならない。

(3) 板要素を用いた立体有限要素法解析の結果、プレストレス導入、解放にともなう床版とけたの応力度は、はり理論で計算した値と非常に近いことが確認されたため²⁾、応力度の計算は、はり理論を用いて行ってもよいものとした。主げたに導入したプレストレスの解放は壁高欄や地覆等の設置前に行うのがよいが、工程の関係などから壁高欄や地覆を設置後にプレストレスを解放する場合には、耳げたの換算断面積、換算断面二次モーメントおよび中立軸位置の算出時に、その影響を考慮するものとする。

試験工事においても、地覆を設置後に主げたのプレストレスを解放したが、測定の結果からこの影響はないことがわかった。これは、現場打設コンクリートの地覆にひびわ

れが発生しないように10m間隔で目地を設けていたためと考えられる。このことから、目地を設けた場合には地覆や高欄の影響は考慮する必要がないものと考えられる。

けたと床版を合成後に、外ケーブルの軸力を解放すると、床版の橋軸方向には持続的な圧縮力が生じる。そのため、コンクリートの乾燥収縮やクリープの影響により主げた上フランジには圧縮力が生じる。主げたの応力度計算を行う場合にはこれらの影響を考慮するものとする。なお、プレキャスト床版を用いて床版打換えを行う場合には、プレストレス導入時のコンクリート材令、養生条件を考慮し道路橋示方書によりクリープ係数を決定するか実験等により決定するものとする。

- (4) 合成後に主げたのプレストレスを解放することにより、ずれ止めには、持続的な水平せん断力が作用する。平行に配置した外ケーブルの場合、板要素（けた・床版）と、バネ要素（ずれ止め）で行った立体有限要素法解析の結果、この水平せん断力は、床版のクリープと同様の方向（床版が縮む方向）で、支点部で最大、支間中央部で0となるような分布を示すことが確認された。

通常の橋では、けたと床版を合成後に、舗装・地覆等の後死荷重が持続荷重として作用する。この荷重によって生じる水平せん断力は、プレストレスの解放による水平せん断力と逆の方向（床版が伸びる方向）で、支点部で最大、支間中央で0となるような分布を示す。

プレストレス解放による水平せん断力と、後死荷重による水平せん断力とは、作用方向が逆の力が同時に作用するため、重ね合わせることで、ずれ止めの数を低減させることも可能と考えられるが、橋によって外ケーブルの定着位置およびプレストレスの導入量が違うため、本マニュアルでは、プレストレス解放による効果を考慮せず、外ケーブルを用いない場合のずれ止めの計算を行うものとした。

外ケーブルを偏向させる場合には、主げたと床版の合成後にプレストレスを解放することによって合成断面には鉛直方向に仮想外力が生じる。この時に生じる水平せん断力は、活荷重と同じ方向に作用するため、ずれ止めを設計する場合には、この影響を考慮するものとした。外ケーブル緊張・解放のイメージを図-解 2.1.2に示す。

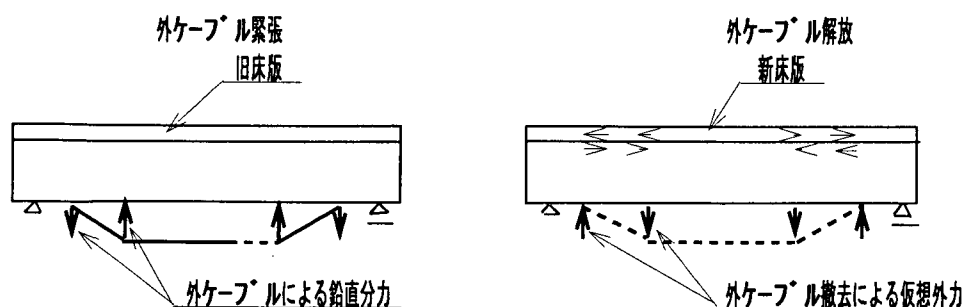


図-解 2.1.2 外ケーブル緊張・解放のイメージ

(5)

- ① 交通開放時や床版架設時には、活荷重や架設重機による荷重によって外ケーブル張力が増加し、主げたには活荷重と反対の付加曲げモーメントが生じる。そのため、主げた応力が低減されることとなる。したがって、外ケーブルの張力増加の影響を無視した場合も応力計算上は安全側となるので、これを考慮しないものとした。
- ② 定着部および外ケーブルは、張力の増加により危険とならないように、初期張力と増加分を見込んで設計するものとした。

定着部および外ケーブルを設計する場合の活荷重載荷による外ケーブル張力の増加分を求めるため、試験施工を行ったけた長33mの橋について、立体解析¹⁾と載荷試験の結果を比較して張力の増加量を求めた。その結果、床版打換え側に30tf(294KN)のラフタークレーンを載荷し、打換ええない側にL20荷重をレーン載荷した場合の張力の増加量は7.5tf(73.5KN)であった。これ以上のけた支間の場合には、活荷重が主げたに与える影響が小さくなるため、外ケーブル張力50tf(490KN)に対し荷重の増加による影響に対応する余裕量として、10tf(98KN)程度見込んでおけば、定着部および緊張材は十分安全性が確保できるものと考えた。

新床版として現場打設床版を用いる場合、一般に新床版の厚さは旧床版より厚くなり重量も増加する。新床版の重量増加が顕著な場合には、主げたの応力超過やけたの変形による外ケーブルの張力増加の問題が生じることもあるため、版厚の違いによって生じる死荷重差および剛度差を考慮しなければならない。

主げたの応力超過への対策としては、床版打換え時に主げたの補強を同時に行うなどの方法を用いることがある。また、外ケーブルの張力増加対策としては、施工段階ごとに張力の調整を行うなどの方法が用いられる。

これらの対策が、床版打換え作業全体に大きく影響を及ぼす場合には、PC床版を用いるなどして新旧床版の重量差を小さくすることが効果的である。なお、新床版の方が軽くなる場合には、剛性が低下する場合もあることに留意する必要がある。

- (6) 3主げた以上の合成げた橋を片側車線ずつ床版打換えを行う場合、合成部分と非合成部分（打換え部分）とでは剛性が大きく異なる。そのため、一般的な平面格子解析においては、非合成部分に施工車両（クレーン）を載荷すると、橋全体が大きくねじれ、変形量が非常に大きくなる。しかし、立体骨組み解析を行ってみると、横構や床版のねじり剛性が考慮されるため、変形量はそれほど大きい値にはならない。試験施工を行ったけた長33m、床版支間3.4mの橋においては、実測値は立体骨組み解析結果に近い値となった。平面格子解析において、近似的に横構や床版の横剛性の影響を考慮するには、合成部分の主げた2本と下横構および床版を一つの疑似ボックス断面と考える必要がある（図－解 2.1.3）。そして、以下の方法で疑似ボックス断面のねじれ剛性を求め、これを2本のけたに均等に分割すれば、実際に近い変形量が求められる。ただし、疑似ボックス断面の仮定が困難なケースでは、立体骨組み解析を行うものとする。

両側車線を同時に施工する場合や、2主げた橋の施工を行う場合には、疑似ボックスを考慮しない平面格子解析で断面力を算出してよい。その場合、全体座屈に対する照査は、主げたの数、施工の順にかかわらず行う。ただし、2主げた橋であっても、支間長 L と主げた間隔 b との比 L/b が18程度以下の場合には、全体座屈に対する照査を省略してもよい。【鋼道路橋設計便覧（社）日本道路協会参照】

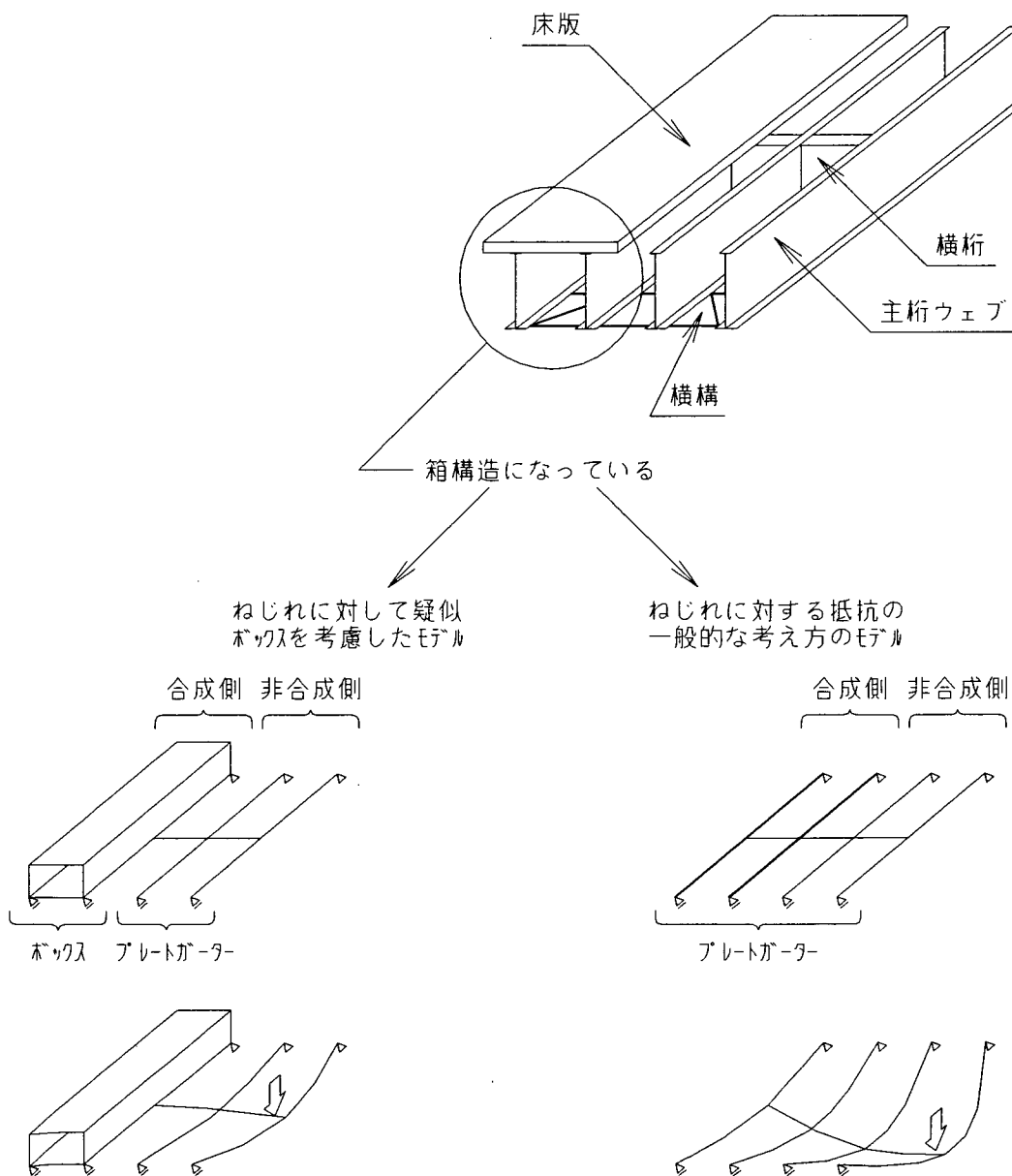


図-解 2.1.3 プレートガーダー橋におけるボックス構造

図-解 2.1.4に試験施工で行った載荷試験の概要を示し、図-解 2.1.5に各解析により算出した鉛直たわみと測定値を示す。

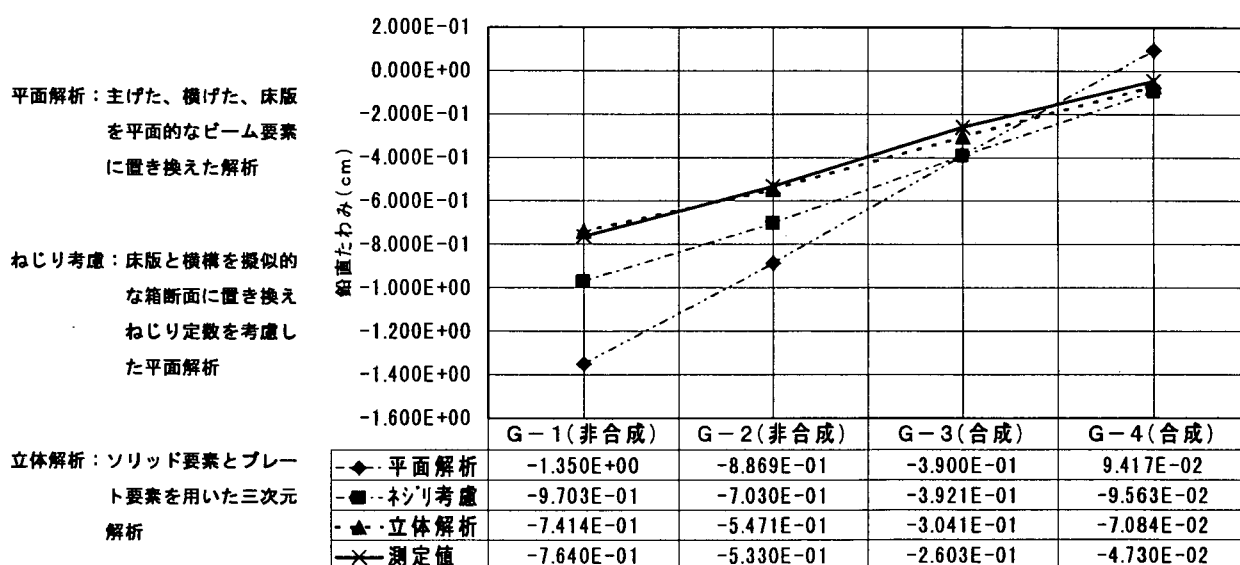
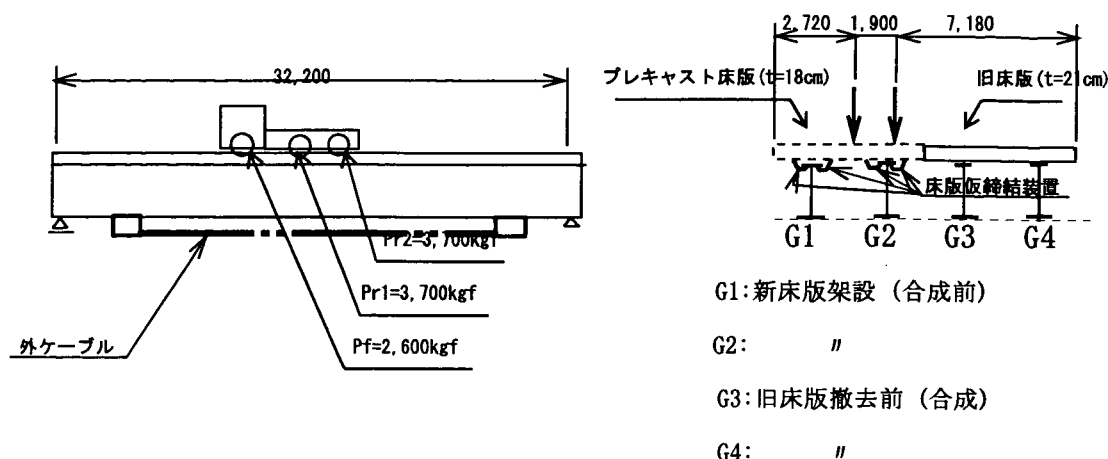
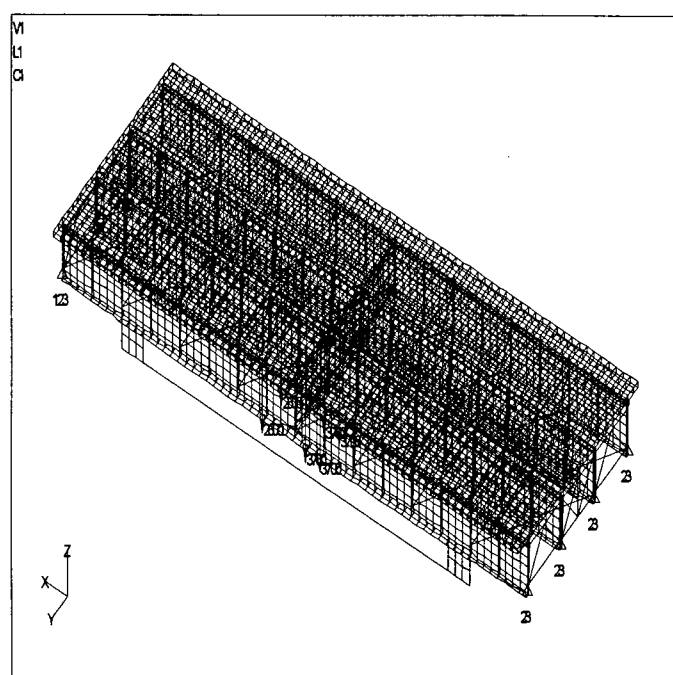


図-解 2.1.5 各解析による鉛直たわみと測定値

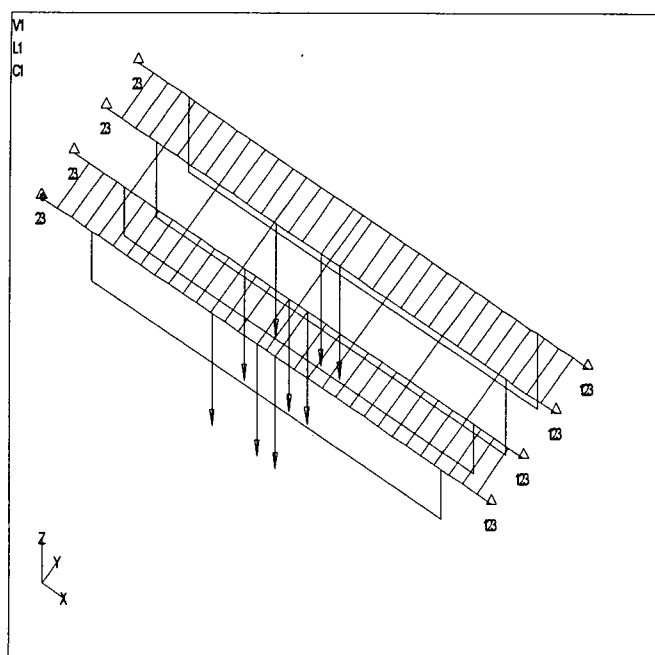
図-解 2-1-5に示す解析値は、いずれも活荷重による外ケーブルの張力増加の影響を考慮している。立体解析値と実測値を比較すると、傾向、値とも非常によく一致しており、実橋の状況を非常に良く再現していることが確認された。

一方、疑似ボックスのねじりを考慮した平面解析の場合には、測定値との誤差が立体解析を行った場合より大きく、実橋の方がモデルより剛性が高いことが確認された。しかし、傾向は実際の変形挙動に近く安全側であるため、当マニュアルの適用の範囲にある場合には、荷重の横分配を把握する方法として適用が可能である。

図-解 2.1.6に解析に用いたモデル図を示す。



a. 立体解析モデル



b. 平面解析モデル

図-解 2.1.6 解析に用いたモデル図

2.1.3 使用材料および装置

(1) 緊張材

外ケーブルとして使用する緊張材は、安全性が確認された材料を用いなければならない。

(2) 定着部および偏向部

定着部および偏向部は、緊張材と同レベルの機能を発揮するように装置を設定しなければならない。

(1) 外ケーブルとして使用する緊張材は、道路橋示方書に示されるP C鋼材を使用するか、実験等で安全が確認された材料を使用しなければならない。これらの材料は、床版打換え作業中の損傷を防止するため、防護管（硬質塩化ビニール管等）で防護するか、被覆型を用いることを原則とする。

(2) 定着部は、導入したプレストレス力を主げたに伝達する重要な部位である。したがって、定着装置はプレストレス導入時に滑ったりせず、かつ主げたに応力集中、局部座屈等の悪影響を与えない構造としなければならない。

偏向部は、外ケーブルの緊張による鉛直分力（押上げ力）を主げたに伝える部位である。そのため、偏向具本体が座屈せず、かつ緊張材の直線性を阻害しない構造としなければならない。したがって、設計時には道路橋示方書Ⅱ鋼橋編第14章を参考にするものとする。

偏向部と緊張材との摩擦が大きい場合には、緊張力の導入に問題が生じるため、偏向具の表面仕上げを入念に行い摩擦の少ない構造としないとともに、シリコン樹脂等の潤滑剤を用いて摩擦を低減させる配慮をすることとする。この様な配慮をすれば、摩擦はほとんど生じないことが現場にて確認されたため、設計において摩擦による損失は考慮しなくてもよいこととした。

2.1.4 許容応力度

(1) 許容応力度は、道路橋示方書に従うものとする。

(2) 交通仮開放を行う場合の主げたの許容応力度は、原則として割増してはならない。

(3) プレキャスト床版と主げたの仮締結を強固に行う場合には、交通仮開放時の許容応

力度として圧縮フランジが床版に直接固定されていると仮定した値を用いてよい。

- (1) 主げた、定着部および偏向部については道路橋示方書Ⅱ鋼橋編を参照し、緊張材については道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編を参照するものとする。
- (2) 合成げたの床版を新設で打設する場合の施工時荷重に対する許容応力度は、一般交通に供しないことから許容応力度の割増しが認められている。しかし、施工中に交通の仮開放を行う場合には、一般車両の走行を認めることから、許容応力度の割増しを行ってはないこととした。
- (3) プレキャスト床版は現場搬入時には既に十分な剛性を有しており、主げたとの仮締結を強固に行えば、主げた上フランジの横倒れ座屈は防止できると考えられるため、交通仮開放時の許容応力度として条文に示す値を用いてよいものとした。バネ鋼（タイアンカー）を用いた場合の仮締結の構造例を図-解 2.1.7に示す。

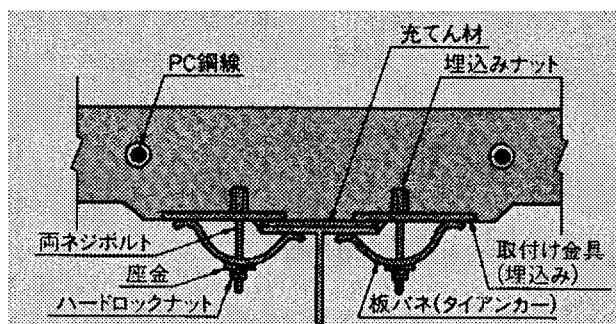


図-解 2.1.7 仮締結の構造例

2.1.5 初期プレストレス量の決定

プレストレスの導入量は、床版打換え作業中に、最も主げたの応力状態がきびしくなる施工段階で決定するものとする。

片側車線ごとに床版打換えを行う場合には、片側に一般車両（合成断面）、片側に架設重機（非合成断面）が載荷された時が一番危険な状態となる。その状態で、主げたの応力度が許容応力度以内となるように外ケーブルの初期プレストレス量を決定する。図-解 2.1.8にその状態を示す。

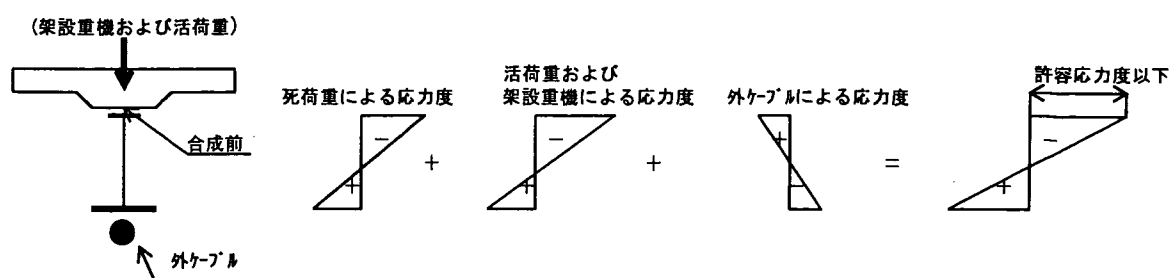


図-解 2.1.8 初期プレストレス量の決定

合成げた床版を打換える場合には、施工段階毎に上載荷重と剛性の変動により緊張材の張力変動が生じる。張力変動の量は、作用荷重、主げた剛度、外ケーブル定着位置・形状等によって決定される。張力の変動によって、施工期間を通じて張力が不足したり過大になったりしないようにすることが重要である。事前に解析により最も危険となる施工段階の必要張力を求めておき、そこから逆算して初期導入量を求めてもよい。

2.1.6 定着部の構造

定着部は、プレストレス力を確実に伝達し、かつ主げたに応力集中、局部座屈等の悪影響を与えない安全な構造としなければならない。

定着部は、一般に荷重分散ばり、主げたと荷重分散ばりとの連結構造および主げたに設置する垂直補剛材から構成される。以下に各構造に関する注意事項を記す。

① 荷重分散ばり

荷重分散ばりは、外ケーブルの偏心を確保し、主げたに曲げモーメントと軸力を伝達する装置である。荷重分散ばりの高さ(H)は必要な偏心量から決定し、長さ(L)は性能を考慮した配置(定着金具の個数、間隔)から決定する。実験および解析により、 L/H を2以上確保し、荷重分散ばりのフランジ板厚を定着部の主げたフランジ板厚と同程度にした場合には荷重分散効果が高まることが解析より確認された。また、主げたウェブには座屈防止のため垂直補剛材を設置する。

② 主げたと荷重分散ばりとの連結構造

仮設材として外ケーブルを用いる場合、主げたと荷重分散ばりの連結には、高力ボルトを使用するか図-解 2.1.9に示す高張力万力を用いるのを標準とする。なお、使用する高張力万力は、(社)仮設工業会の認定を受け、かつ、(財)土木研究センターの技術審

査証明¹⁾を取得したものを用いる場合には、実験なども含め十分な安全性のあることが確認されている。なおこの場合、高張力万力は、主げたに傷をつけない配慮として主げたフランジとボルトとの間にフラットバー等を挟み込んだ後に、トルクレンチにより所定のトルク ($30\text{kgf}\cdot\text{m}$) ($294\text{N}\cdot\text{m}$) で締め付け定着を行う。所定のトルクで締め付けた場合の許容摩擦力は、実験の結果より 2.4tf/箇所 (23.5KN/箇所) で設計してよいものとした。

③ 主げたに設置する垂直補剛材

垂直補剛材は、主げたウェブの座屈に対する安全性向上のために、荷重分散ばり前面の主げたウェブに取り付ける。補剛材の設計は、設計プレストレス力により生じる反力に抵抗する圧縮材として設計する。

定着部の構造として、図-解 2.1.9 に、導入張力が 50tf (490KN) で最大張力が 65tf (637KN) の場合の例を示す。板要素を用いた立体有限要素法解析により、この構造に 50tf (490KN) のプレストレスを導入した結果を、表-解 2.1.1 に示す。この結果によれば、プレストレス導入時における荷重分散ばり支承側主げたの、ウェブとフランジ境界部引張応力度は、最大で 370kgf/cm^2 (36.3N/mm^2) である。一方、死荷重と仮解放時の活荷重曲げモーメントによる軸方向引張応力度は、 500kgf/cm^2 (49N/mm^2)、せん断応力度は 400kgf/cm^2 (39.2N/mm^2) である。これらの値を合成した応力度は、道路橋示方書Ⅱ鋼橋編4.2.8にしたがい計算すると、 958kgf/cm^2 (93.9N/mm^2) となる。この値は、SS400の軸方向許容引張応力度 (1400kgf/cm^2 , 137.2N/mm^2) 以下であり、他の橋りょうに用いても安全な構造であると考えた。

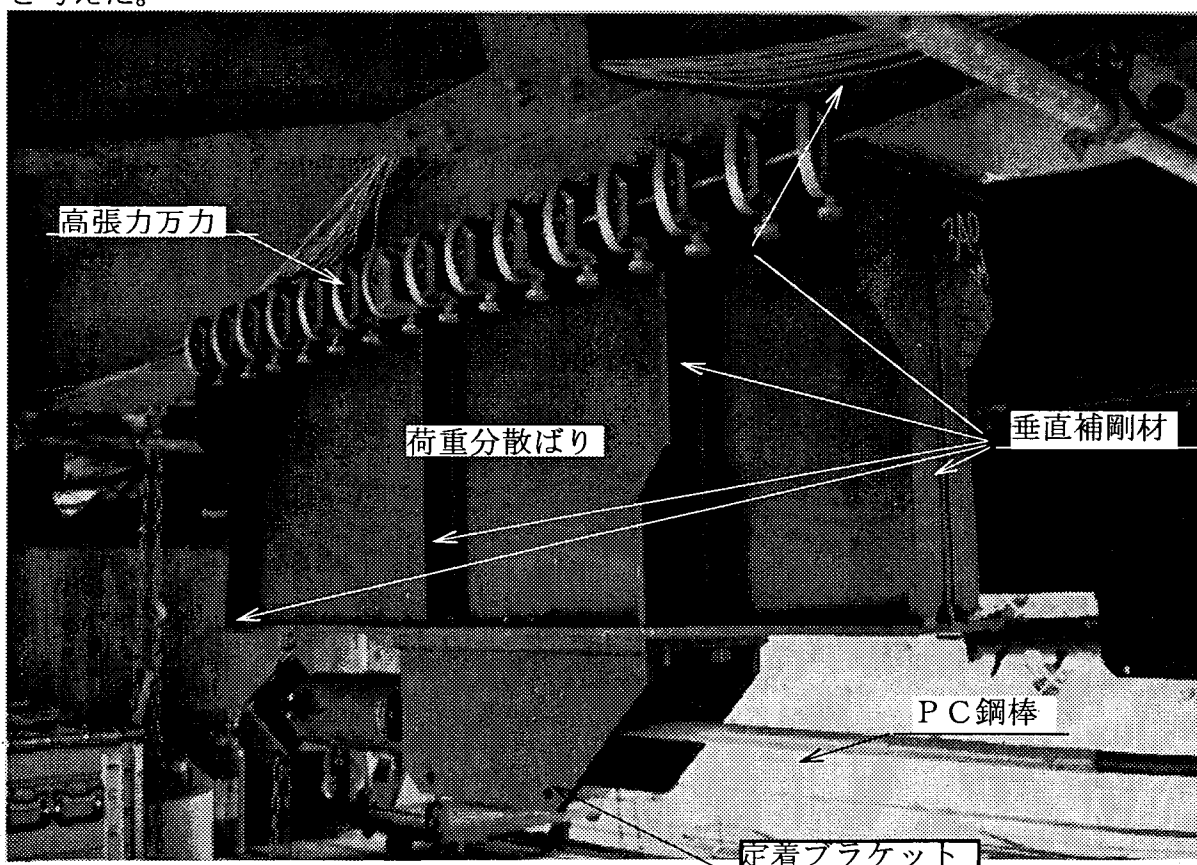


図-解 2.1.9 定着部の構造例

表-解 2.1.1 定着部の解析結果概要

部 位	位 置	応力度 (kgf/cm ² , N/mm ²)
荷重分散ばり	支承側	370 (36.3) 引張
前後の主げたウェブ	支間側	-300 (-29.4) 圧縮
荷重分散ばり	支承側	150 (14.7) 引張
前後の主げたフランジ	支間側	-700 (-68.6) 圧縮

2.1.7 防振装置

防振装置は、外ケーブルが交通仮開放時に有害な振動を生じないように、適切な間隔で取り付けるものとする。

主げたの振動数と外ケーブルの固有周期が近い場合には、載荷荷重や風により共振現象を引き起こす可能性がある。

試験施工における解析により、防振装置を5~7m間隔で設置したφ36mmのPC鋼棒（導入軸力:P=50tf(490MN)）の固有周期は、25~18Hzであることが確認されている。一方、支間30m程度で4主げたの鋼Iげた橋の一次振動の固有周期は、約2~3Hzである。したがって、防振装置を5~7m間隔に設置する場合には、外ケーブルの有害な振動が防止されるものと考えられる。なお、防振装置を取り付ける位置は、対傾構間隔と揃えることが望ましい。緊張材と防振装置の接触部には、防振ゴムシートを設置し振動を防止した。防振装置の構造例を図-解 2.1.10に示す。

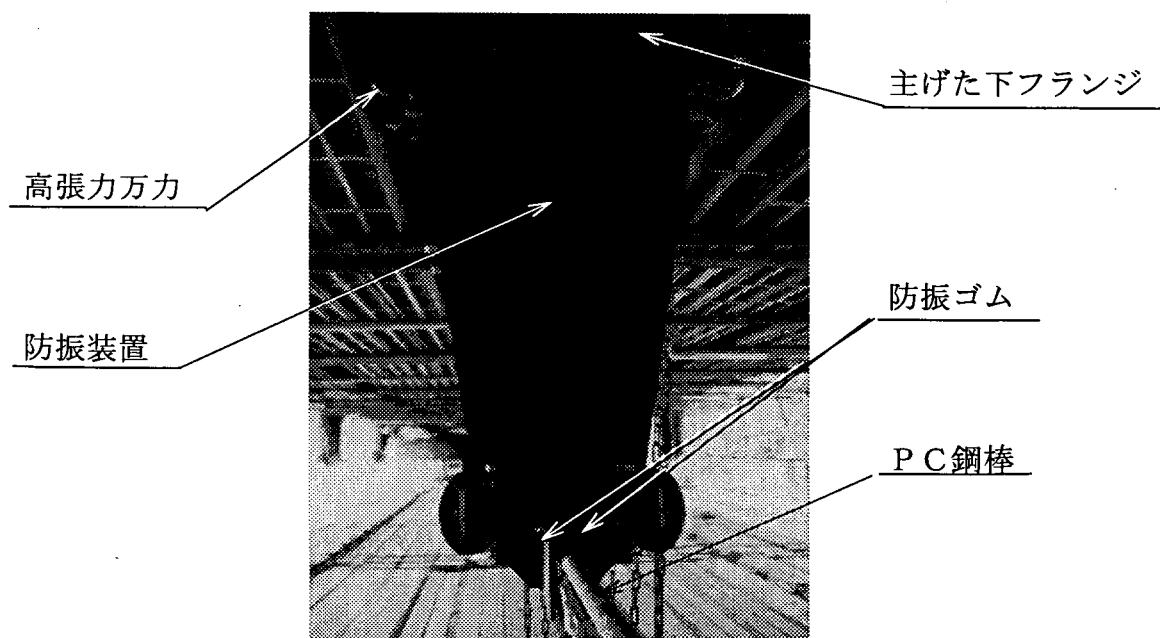


図-解 2.1.10 防振装置構造例

2.1.8 外ケーブルを補強材として残す場合の留意点

本章では、合成げたの床版打換えに外ケーブルを仮設材として使用する場合について述べた。しかし、既に実橋においては補強材として用いる事例が何例か報告されている。そのため、外ケーブルを補強材として残す場合についても若干の留意点を以下に述べる。

- (1) 床版打換えを行わず、既設橋りょうの主げた補強のみに外ケーブルを利用する場合には、既設床版の引張力に対する照査を行わなければならない。また、非合成げた橋に用いる場合には、設計前に載荷試験等を行い、主げた剛度を確認しなければならない。
- (2) 定着部および緊張材の、疲労、腐食および衝撃に対する配慮を行わなければならない。
- (3) 活荷重によるたわみ低減対策として外ケーブル工法を活用する場合には、分配横げたを増設する等の対策を併用するのが望ましい。

- (1) B活荷重対応による既設橋の応力とたわみの超過対策として、けた下空間確保が可能な場合には外ケーブル工法は有効な工法である。

合成げた橋の補強に使用する場合には、主げたの中立軸が鋼げたの上フランジ付近にあることから、活荷重により発生する応力度は、一般に上フランジの圧縮力より下フランジの引張力の方が大きい。そのため、主げたの応力低減を目的として用いる外ケーブルは、主として下フランジの引張力を低減させる目的で設置すればよいので、床版打換えに用いるような大きな偏心量は不要となる。

外ケーブルの緊張により、床版には引張力が生じるため、主げたの応力超過だけでなく既設床版の状況（ひびわれの有無等）も併せて検討し、外ケーブルの導入量は慎重に決定する必要がある。また、その場合にも、コンクリートのクリープについて検討を行わなければならない。

非合成げた橋は、設計計算上の仮定として床版と主げたの合成は考慮していない。しかし、実際にはスラブアンカーにより主げたと床版は連結されているため一般の供用状態では合成げたとして挙動している場合が多い。そのため、非合成げた橋の補強に用いる場合には、事前に載荷試験を行うなどして合成の程度を確認した後に外ケーブルの設計を行わなければならない。

(2) 主げたと外ケーブル定着装置との接合には、現場溶接は使用せず高力ボルトを用いて接合し、活荷重による張力の増加分も考慮し、疲労に対して安全である構造を選定しなければならない。また、外ケーブル表面を被覆したり新素材を用いるなどして腐食に対する配慮を行うとともに、防護管で保護するなどして衝撃に対する配慮も行わなければならない。また、外ケーブルを定着した付近の主げたは、活荷重による応力と外ケーブルの緊張による局所的な応力が同時に生じるため、この影響を照査しなければならない。特に定着部支承側の主げた下フランジとウェブの取り付け部には、活荷重による曲げとせん断の合成応力が大きくなるため、外ケーブルを設計するときには、補強も含めて主げたに悪影響を与えないような構造としなければならない。

(3) 試験施工における解析によれば、外ケーブルとして $\phi 32\text{ mm}$ のPC鋼棒を、けた下から1 mの位置に水平配置した場合のたわみ低減効果は、約1割程度であることが確認された。このことから、各主げたのたわみを低減するためには、外ケーブルを偏向させて配置するか、外ケーブルの断面を大きく（剛性を大きく）するなどして設計を行う必要がある。また、分配横げたが設置されていない場合には、分配横げたを設置するなどの対策を併用するのが望ましい。

外ケーブル定着位置から支承側の床版には、外ケーブルの軸力解放にともなうプレストレスは導入されない。そのため、外ケーブルの定着はできるだけ支承に近い位置に定着し、床版全体にプレストレスが導入されるようにするのがよい。添加物等の影響で支承の近辺に定着できない場合、端部の床版は、外ケーブルによる床版軸力を考慮しない設計を行わなければならない。

2.2 施工

2.2.1 施工手順

本章では、片側車線を常時交通規制し、プレキャスト床版で床版打換えを行う場合について、標準的な施工手順を図 2.2.1 に示す。

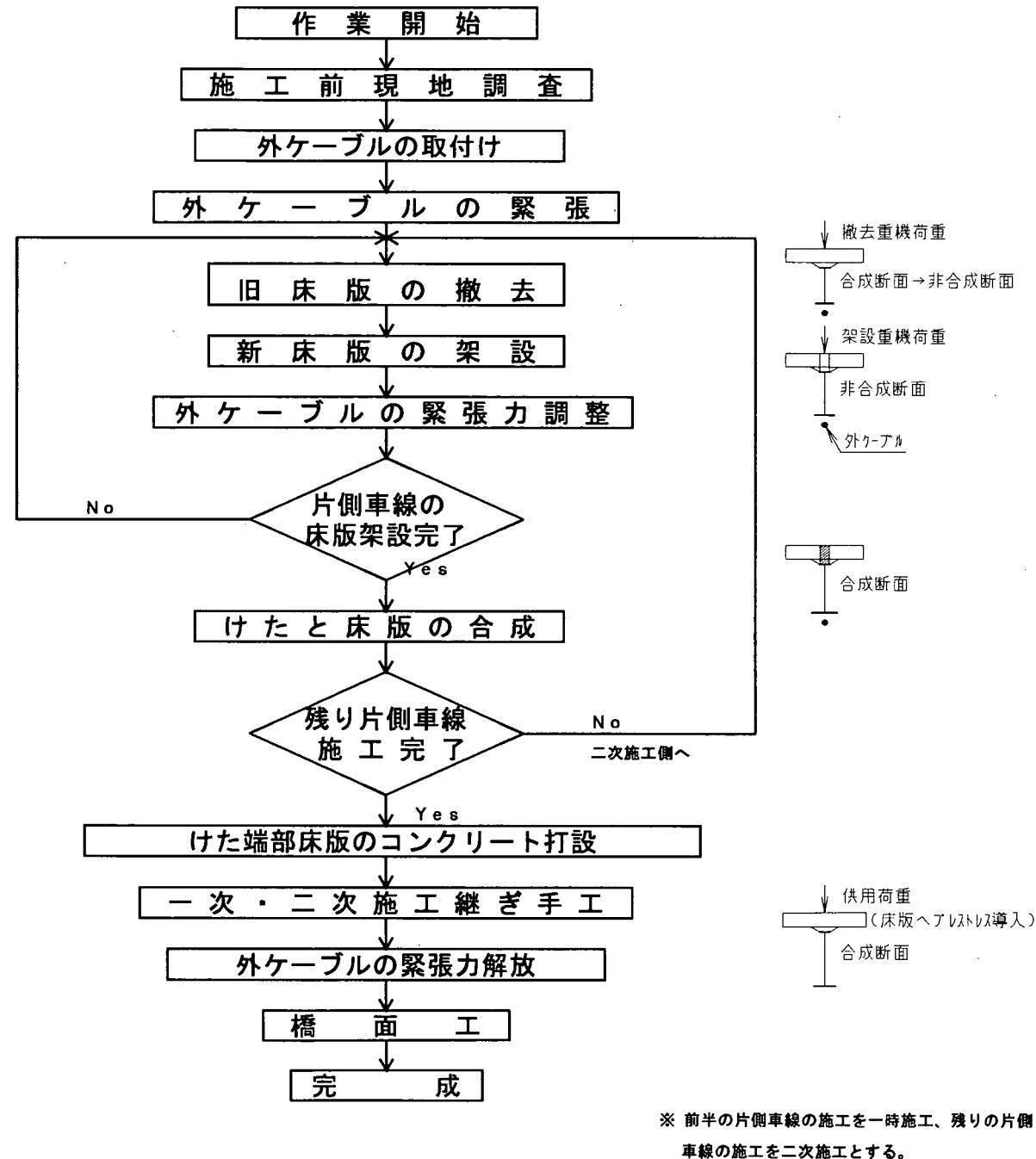


図 2.2.1 施工手順

本施工手順図は、プレキャスト床版を用いて床版を打換える場合を示すが、現場打設コンクリートを用いる場合にも、外ケーブル工法の使用は可能である。その場合には、旧床版の撤去と新架設のサイクルが不要となる。

2.2.2 施工前現地調査

詳細設計前には事前調査を行うことを原則とする。

床版を打換える場合、主げたが設計時の耐力を有しているか確認することが重要である。そのため、施工前には現地調査を行い、主げたの変状（断面欠損、変形、割れ等）の有無や支承の可動状況を調査しなければならない。変状が発見された場合には、原因を追及し対策を施した後に施工に取り掛かることが重要である。

2.2.3 外ケーブルの取付け

- (1) 外ケーブル取付け部の主げたウェブは、補剛材により補強を行うものとする。
- (2) 荷重分散ばりを、主げたに取り付ける場合には、所定の摩擦力が確保できるように下地処理を行うものとする。

- (1) 外ケーブル取付け部前面の主げたウェブは、外ケーブルの緊張により圧縮力が生じる。そのため、座屈防止対策として、定着部前面の主げたウェブには、垂直補剛材を取り付ける。垂直補剛材は、現場溶接を使用せず型鋼などを主げたウェブに高力ボルトで取り付ける構造が望ましい。補剛材の取付け例を、図-解 2.2.1に示す。

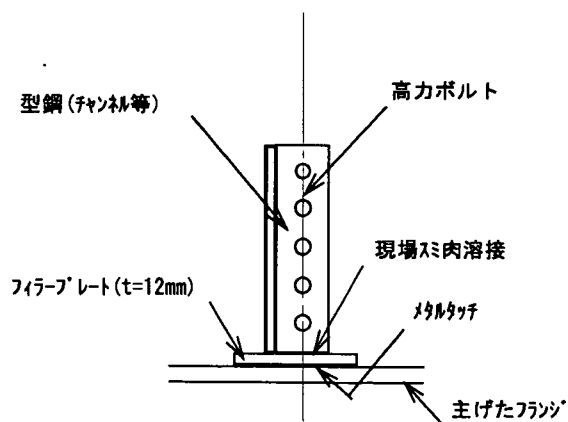


図-解 2.2.1 垂直補剛材取付け部の一例

(2) 荷重分散ばりは、高張力万力または高力ボルトを用い主げたに摩擦接合で定着する。そのため、摩擦面（主げたフランジ下面）は、サンダー等を使用して塗装・錆等を除去した後、油脂分などを溶剤でふき取り所定の摩擦係数が確保できるようにしなければならない。摩擦面の下地処理完了後、所定の位置に荷重分散ばりをセットし、高力ボルトまたは高張力万力を、所定のトルクで締め付け取り付けを完了する。

高張力万力を使用する場合には、 $30\text{kgf}\cdot\text{m}$ ($294\text{N}\cdot\text{m}$) のトルク締め付け、取り付けを完了する。高張力万力のボルト部と主げたフランジとの接合部には、フラットバー等 ($t=2.3\text{mm}$) を介し、主げたに傷を付けないようにする。

2.2.4 外ケーブルの緊張

緊張力は、設計張力にリラクゼーションとセットロスを見込んだものを導入する。また、作業中は必要に応じ、張力をチェックできるようにしておくものとする。

外ケーブルは、主げた本数に等しい個数のセンターホールジャッキを用意し、主げた全部を同時に緊張するのが望ましい。準備できるセンターホールジャッキが少ない場合には、内側の主げたから順次緊張していき、最後に外側の主げた（耳げた）を緊張しなければならない。

緊張管理は、ポンプの圧力計により行う。そのため、事前にキャリブレーションを行う必要がある。

緊張量は、設計張力にPC鋼材のリラクゼーションとセットロスを考慮し、決定するものとする。緊張材のリラクゼーション率とセットロスは、道路橋示方書を参照することとする。

緊張終了後は、PC鋼材を防護管で防護する。

床版打換え作業中、外ケーブルには所定の張力が常に作用していなければならないので、必要に応じてポンプの圧力計もしくはロードセル等の読みが得られるようにしておかななければならない。

2.2.5 旧床版の撤去

- (1) 旧床版の撤去は、主げた上フランジを傷つけないように慎重に行わなければならない。
- (2) 既設ジベルを撤去する場合には、主げたに熱影響等を与えない方法で行わなければならない。

- (1) 旧床版は、ブレーカーやカッター等を用いて切断後、ブロック状にしてクレーンで撤去する。床版撤去時に、主げた上でクレーンを旋回させる必要がある場合には、片側の車輪またはアウトリガーに全重量がかかる場合もあるため、十分な検討が必要である。

ブレーカーの使用に際しては、主げたの上フランジを傷つけない様に十分注意する必要がある。主げた上のコンクリート撤去は、小型のブレーカー等を用いて慎重に行う。

ブレーカーの騒音が問題となるような場合には、参考資料に示すような油圧ジャッキを利用した床版引剥がし機械を用いる場合もある。

- (2) 既設ジベルの切断をガスにより行う場合には、主げたへの熱影響を避けるため、スタッドボルトの場合には根元から1.5cm以上残して切断する。残った部分が新床版架設の支障となる場合には、グラインダー等を用いて削り平滑にする。

ガス以外の切断方法としては、エアープラズマ切断機を用いる方法がある。この方法では、スタッドの根元から7mm程度の位置で切断しても、主げたへの熱影響がほとんど無いことが実験で確認されている。この方法を用いる場合には、発電機（20KVA以上）と小型コンプレッサーが必要となる。

2.2.6 新床版の架設

プレキャスト床版で打換える場合には、ラフタークレーン等の架設重機を用い設計図に示した位置に敷設するものとする。

プレキャスト床版の架設は、ラフタークレーン等を使用し設計図に示した位置に敷設する。敷設は、新床版が角かけを起こさないように慎重に行う。

敷設した新床版は、合成するまでの間に通行車両の振動等により、ずれる可能性があるため、架設後速やかに板バネ等を利用した仮締結装置等を用いて主げたと締結するも

のとする。

2.2.7 外ケーブルの緊張力調整

外ケーブルの緊張力は、床版打換え作業中に過不足が生じないように調整を行うものとする。

新床版に取り換えるに従い、剛性、重量が変化しケーブル張力が変動する。そのため、活荷重載荷時に張力の過不足が生じないように調整を行う必要がある。

緊張力の調整は、油圧ジャッキにより行い、所定の張力に調整後ナットで定着する。ただし、事前に解析等で施工段階毎の張力変動を求め、過不足が生じない初期導入張力を算出しておけば、施工段階毎の張力調整は、省略することができる。

試験施工の橋においては²⁾、導入軸力に過不足が生じないように、施工段階ごとに張力の調整（初期導入の50tf(490KN)に調整）を行いながら施工を行った。しかし、施工後に行った立体解析の結果から、この橋においては施工中の調整は不要であったことが確認された。

2.2.8 けたと床版の合成

- (1) ずれ止めには原則としてスタッドジベルを用い、新床版に設けた箱抜き部から溶植するものとする。
- (2) 主げたと床版の合成は、ずれ止めを溶植した箱抜き部に無収縮性のモルタルまたはコンクリートを打設し行うものとする。

- (1) 溶植部の主げた上フランジは、溶接欠陥が生じないように汚れや水分等を完全に取り除くものとする。また、溶植完了後は、ジベル周囲のフラックスを完全に取り除き外観検査を行う。外観検査の結果が良好であることを確認した後、曲げ試験を行う。箱抜き部での曲げ試験は現実的でないため、連続的に同時にジベルの溶植を行う場合に限り、けた端部の現場打設床版部分で代表させて行ってよいこととする。けた端部までプレキャスト床版とする場合には、現場条件とおなじ供試体を作成しその部分で行うこととする。

る。

- (2) 主げたと床版の合成は、ずれ止めを溶植した床版箱抜き部から無収縮性のモルタルまたはコンクリートを打設して行う。なお、使用する材料は、床版本体と同等の強度を有する品質のものを使用する。

2.2.9 けた端部床版のコンクリート打設

けた端部の現場打設床版とプレキャスト床版は、鉄筋で連続化させるものとする。

床版端部（伸縮継手付近）は、現場打設コンクリートとなる。そのため、現場打設床版と接するプレキャスト床版に、鉄筋機械継ぎ手を工場で設置し、現場打設床版との連続性を保つものとする。打設するコンクリートは、プレキャスト床版と同等以上の強度を有するものを使用する。図-解 2.2.2にけた端部床版の一例を示す。

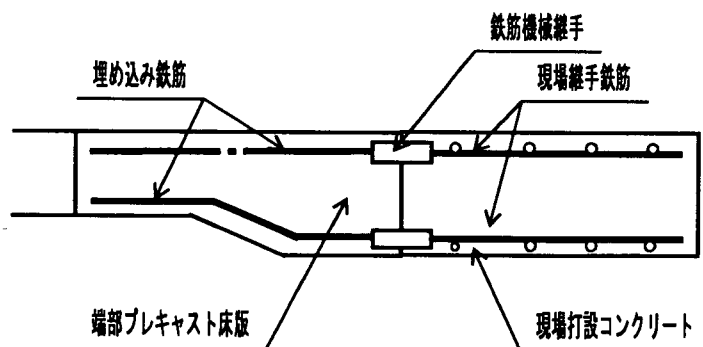


図-解 2.2.2 けた端部床版の一例

2.2.10 一次・二次施工継手工

一次施工と二次施工の継手部の施工は特に入念に行うものとする。

図-解 2.2.3に分割施工の横断面図を示す。

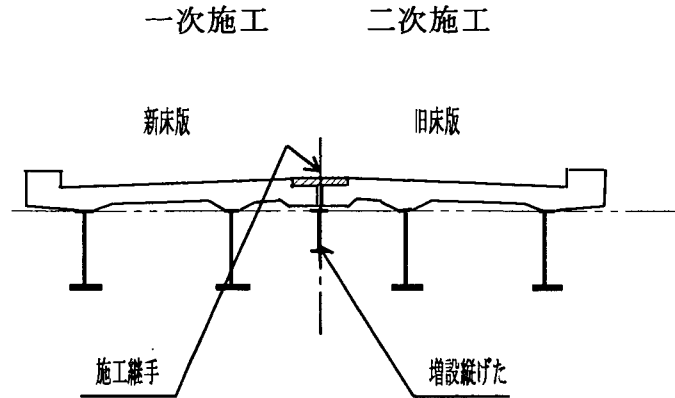


図-解 2.2.3 分割施工の横断面図

分割施工を行う場合には、一次施工と二次施工の境界には継手が生じる。本マニュアルでは、現場打設コンクリートによる継手について施工の留意点を記す。

現場継手用鉄筋は、重ね継手か機械継手を用いて、応力が伝達できる構造とする。また、コンクリートの打継面は、下地処理を行い、場合によっては、接着材を塗布してコンクリートの付着性を良くする。この場合に使用するコンクリートもプレキャスト床版と同等以上の強度を有するものを使用する。

2.2.11 外ケーブルの緊張力解放

外ケーブルの緊張力は、主げたと新床版との合成部におけるコンクリート等が $240\text{kgf}/\text{cm}^2$ ($23.5\text{N}/\text{mm}^2$) 以上に達したことを確認後、解放しなければならない。

外ケーブルの緊張力解放により、床版の橋軸方向には $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ ($0.98\text{N}/\text{mm}^2$) 程度の軸力が生じる。道路橋示方書ではプレストレスを導入する時のコンクリート強度は、プレストレッシング直後に生じる圧縮応力度の1.7倍以上必要となっている。この規定を適用すると $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ ($1.96\text{N}/\text{mm}^2$) 程度以上で解放が可能となる。しかし、床版作用を考えた場合には不十分と考えられるため条文のようにした。確認の方法は、シュミットハンマーを使用するかテストピースを作成し簡易圧縮試験器により行う。

外ケーブルの緊張力解放は、導入時と同様に全主げたを同時に解放するのが望ましい。しかし、同時解放ができない場合には、外側主げた（耳げた）から解放を始めなければならない。解放時は、圧力計で確認しながら徐々に行う。

外ケーブルの緊張力解放後は、外ケーブル装置を撤去しこの部分の塗装を行う。緊張材を他の径間に転用する場合には、傷をつけないように注意して移動するものとする。

2.2.12 橋面工

- (1) 地覆および高欄は、外ケーブルを撤去後に設置するのが望ましい。
- (2) 橋面防水は、打換える床版の種類にかかわらず設置するのが望ましい。

(1) 合成げた橋の場合、地覆断面は、後死荷重として設計を行う。しかし、地覆の鉄筋は床版に埋め込まれているため、外ケーブルの軸力解放時に、地覆コンクリートにもプレストレスが導入され、床版本体に所定のプレストレスが導入されないことが考えられるため条文のように定めた。

(2) ひびわれから浸透した雨水は、床版の耐久性を低下させることが実験等から確認されている。そのため、品質に優れたプレキャスト床版においても、耐久性向上のため防水層を設置するのが望ましい。

分割施工を行う場合には、一次施工と二次施工の間に継手が生じる。その部分は、防水層が不連続とならないように十分な重ね幅を確保し、特に入念に施工を行わなければならない。

シート系の防水材を使用する場合には、防水の確実性を確保するため、所定の重ね幅を確保するものとする。詳細は、「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計・施工資料社）日本道路協会」を参照のこととする。

2.2.13 仮設防護柵

分割施工を行う場合には、一次施工と二次施工の間に車両防護柵を設けて安全性を確保しなければならない。

交通を仮開放しながら打換え作業を行う場合には、安全を確保するために、一次施工と二次施工の境界部分に仮設防護柵を設置しなければならない。仮設防護柵の構造例を図-解2.2.4に示す。

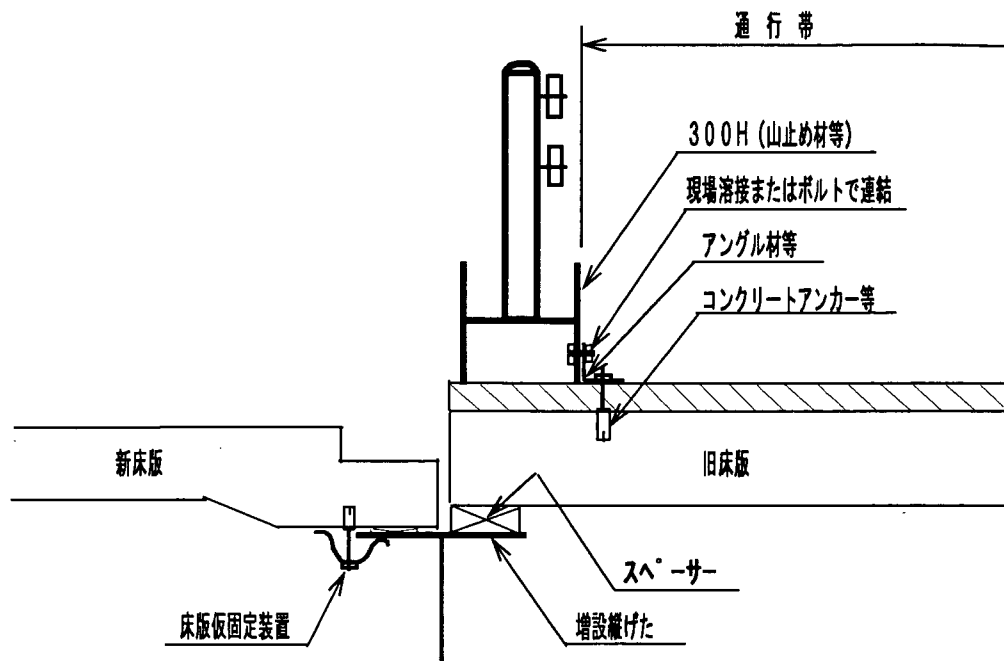


図-解 2.2.4 仮設防護柵の構造例

【参考資料】

下横構と床版を疑似ボックス断面とした場合のねじり定数の算出例

(a) 下横構の橋軸方向せん断変形と等価となる板厚の算出

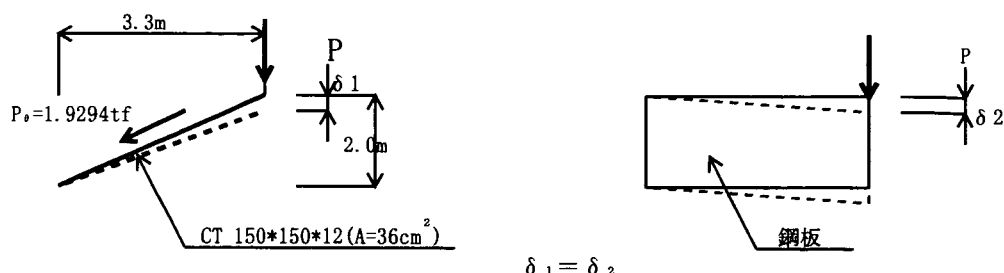


図-1 下横構を仮想下フランジに換算する場合のモデル

$$t = \frac{E}{G} A_d \cdot \frac{a \cdot b}{d_s} \quad (\text{式-1})$$

$$= \frac{2.1E^6}{8.1E^5} 36 \cdot \frac{330 \cdot 200}{385}$$

$$= 0.107\text{cm}$$

凡例

- E : 鋼材の弾性係数
- G : " せん断弾性係数
- A_d : 横構の断面積
- a : 主げた間隔
- b : 横構の橋軸方向長さ
- d : 横構の部材長

(b) ねじり定数の算出

コンクリート床版と鋼げたをジベルで一体化した合成げた橋は、全体として2種の材料からなる薄肉集成開閉混合断面材と見なすことができる。したがって図-解2.1.5のような疑似ボックス断面と仮定することができる。

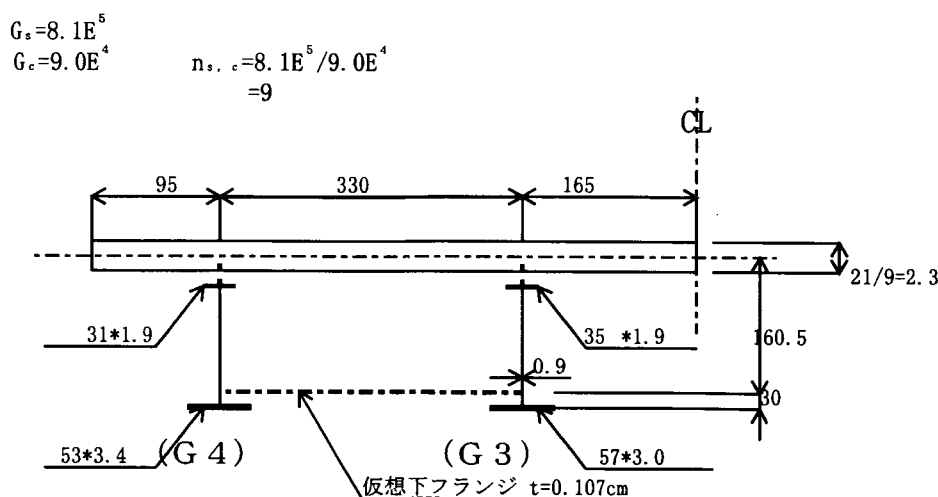


図-2 全体のねじり定数を算出する疑似ボックス断面 (単位: cm)

閉断面部のねじり定数

$$J_c = \frac{4F^2}{2\frac{b_w}{t_w} + \frac{b_l}{t_l} + \frac{n_{s.c} \cdot b_c}{t_c}} \quad (\text{式-2})$$

$$= \frac{4 \cdot (160.5 \cdot 330)^2}{2 \cdot \frac{160.5}{0.9} + \frac{330}{0.107} + \frac{5.4 \cdot 330}{2.3}}$$

$$= 3,130,680 \text{ cm}^4$$

開断面部のねじり定数

$$J_{o3} = 1/3 \cdot (165 \cdot 2.3^3 + 30 \cdot 0.9^3 + 57 \cdot 3.0^3)$$

$$= 1,189 \text{ cm}^4$$

$$J_{o4} = 1/3 \cdot (95 \cdot 2.3^3 + 30 \cdot 0.9^3 + 53 \cdot 2.8^3)$$

$$= 780 \text{ cm}^4$$

主げた一本あたりのねじり定数

$$J_{G1} = 1/2 \cdot J_c + J_{o4}$$

$$= 1,566,120 \text{ cm}^4$$

$$J_{G2} = 1/2 \cdot J_c + J_{o3}$$

$$= 1,566,529 \text{ cm}^4$$

$$J_{G3} = 1/2 \cdot J_c + J_{o3}$$

$$= 1/2 \cdot 3,130,680 + 1,189$$

$$= 1,566,529 \text{ cm}^4$$

$$J_{G4} = 1/2 \cdot J_c + J_{o4}$$

$$= 1/2 \cdot 3,130,680 + 780$$

$$= 1,566,120 \text{ cm}^4$$

※本試験施工では、新床版の架設後、床版仮締結装置を用いて、主げたと床版の締結を強固に行った。そのため、主げたと床版を合成する前でも疑似ボックスを形成できるので非合成部分の主げたについても合成部分と同じねじり剛性を用いた。

第3章 軸力導入工法を用いた合成げた床版の打換え

3.1 設計

3.1.1 工法の適用条件

適用の範囲は以下のとおりとする。

- (1) 20～70m程度の支間長を有する、鋼単純Iげた橋および鋼単純箱げた橋を対象とする。
- (2) 道路・橋体の線形性については、特に制限がないものとし、斜角も任意とする。
- (3) 床版形式は、本工法の性質上、プレキャスト床版のみとする。

- (1) 支間が50mを超える鋼単純Iけた橋および支間が70mを超える鋼単純箱げた橋については、主げたの断面構成、剛性が本マニュアルで想定した状態とは異なる場合があるため、別途検討が必要である。
- (2) 主けたが曲線げた橋の場合には、新旧床版の切断部を主けたに対して法線とすれば、床版軸力の作用方向に軸力伝達装置を設置できることから、主けたの曲線性については本工法の適用上問題とならない。

また、斜角については、実施工として 55° 程度までの施工例があり、図-解 3.1.1に示すように、施工段階で斜角の影響を外れる範囲で施工目地を設けることが望ましい。

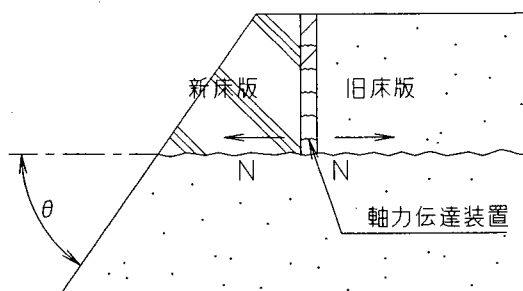


図-解 3.1.1 斜角による影響

- (3) 打換え後の床版をプレキャスト床版としたのは、本工法が、所定時間内に一区画の床版を取り換える工法であり、時間的な制約から、現場打ち床版では、難しいためである。

3.1.2 設計に関する一般事項

(1) 主げたの安全性を照査する施工段階

床版打換え時に危険となる可能性のある作業段階において主げたの安全性を照査するものとする。

(2) 安全性照査に用いる荷重

床版打換え時に使用する架設重機等は、実際の状況を考え最も危険となる位置に載荷して設計するものとする。

(3) 主げたの応力計算

新旧床版打継ぎ部の応力計算は、軸力伝達装置のバネ定数を考慮して行わなければならない。

(4) 横分配の影響

本工法の計算理論は、平面格子解析（変形法等）によってもよい。この場合には、対傾構、横構、地覆等の曲げ剛度を適切にモデル化し荷重分配作用を適確に把握するのが望ましい。

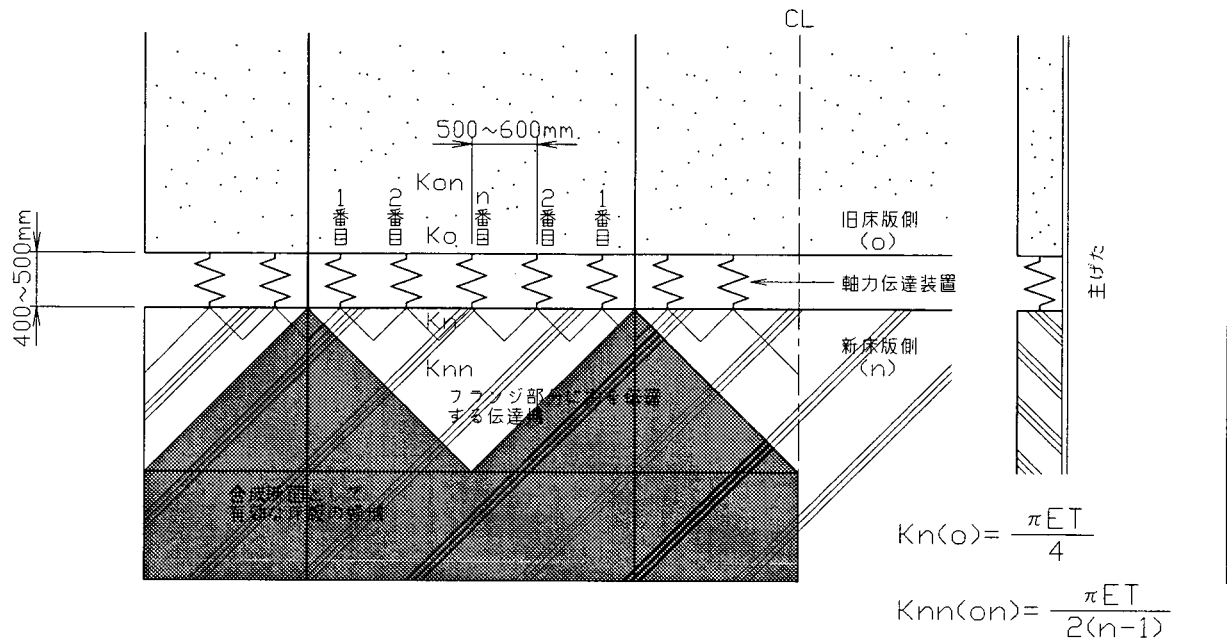
(1) 設計時には、対象とする橋の施工条件を十分検討し、危険となる可能性のある各施工段階について照査を行わなければならない。

照査を必要とする施工段階は、現橋、完成系及び施工時（旧床版撤去時、新設床版架設時、暫定交通開放時）の5段階を標準とし、主げたの各断面変化毎において行う。

(2) 床版打換え時の主げたの安全照査は、床版架設に使用するトラッククレーン等の荷重を、実際の作業状況を考え最も危険となる位置に載荷させて行うものとする。その際、架設重機による設計荷重は、けた支間に応じた衝撃を含めるものとする。床版を打換えていない車線の活荷重は、対象とする橋の建設当初の荷重を用いてもよいものとした。これは、床版の打換え作業中においては、対象とする橋がもともと有している活荷重に対する安全性が確保できればよいと考えられるからである。また、その場合に仮設防護柵によって車両の走行位置が制限できる場合には、実際の走行位置に2.75m幅のレーン載荷を採用してもよいものとした。

(3) 本工法の解析に当たってこれまで用いられている手法は、モデル実験¹⁰⁾を基礎としており、床版を軸力のみを伝達する要素とし、その下に曲げ・せん断・軸力を有する主けた要素を組み込んだ解析手法によっている。この解析手法は、図-解 1.1.3のように、床版切断部の長さが橋長に比べて極めて小さくなり、新旧床版部の収束精度の問題から、応力分配法を用いている。また、床版切断部のモデル化は、図-解 3.1.2に示す様に、

自由辺の床版有効幅の拡がりを45°に仮定し、これから外れた部分の新旧床版と軸力伝達装置は、フランジ部分に力を伝達する伝達域と仮定して、重ねバネを考慮し、床版の節点へ組み込んだものとしている。



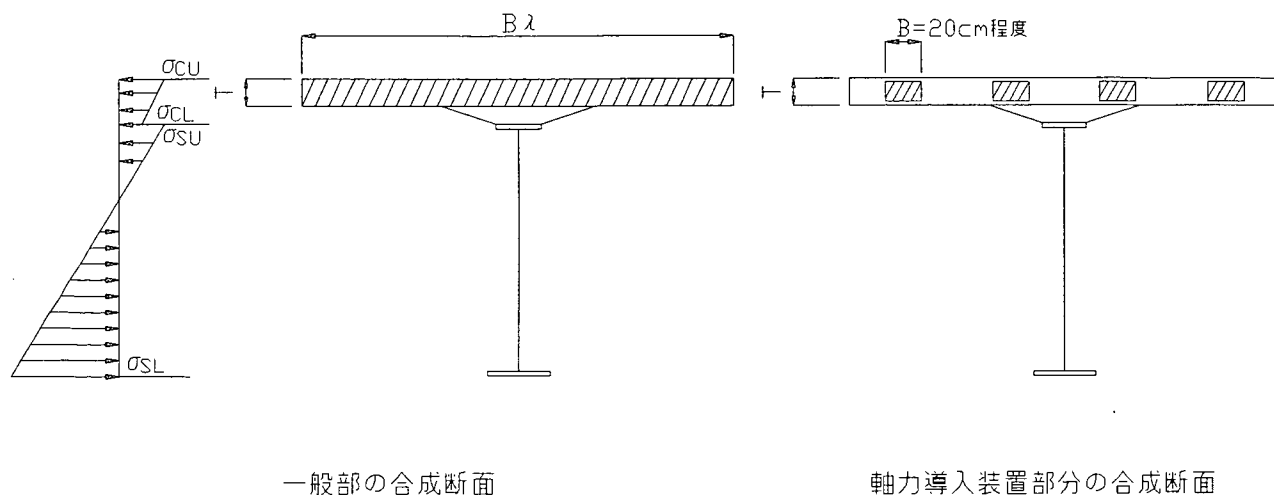
$$\frac{1}{K} = \sum_{n=1}^m \frac{1}{\bar{K}} + \frac{1}{K_n} + \frac{1}{K_o} + \frac{1}{K_{nn}} + \frac{1}{K_{on}}$$

- K : 新旧床版と軸力伝達装置から成る軸力方向に合成させたバネ定数 (kgf/cm)
 K_n : 1 番目の新床版の軸方向剛性をバネに置換したもの
 K_o : 1 番目の旧床版の軸方向剛性をバネに置換したもの
 $K_n(n)$: n 番目の新床版の軸方向剛性をバネに置換したもの
 $K_o(n)$: n 番目の旧床版の軸方向剛性をバネに置換したもの
 $\bar{K}$: 軸力伝達装置のバネ定数 ($8.0 \times 10^5 \sim 12.0 \times 10^5$ kgf/cm 程度)
 E : 新旧床版のコンクリートのヤング係数 (kgf/cm²)
 T : 床版厚 (cm)

図-解 3.1.2 床版軸力の伝達

上述の解析方法では、計算が繁雑となり、汎用性に欠ける点から、床版のフランジ有効幅を考慮した合成断面を有する主けたにモデル化して平面格子解析による方法を用いることもできる。ただし、平面格子解析の場合の床版の有効幅に関しては図-解3.1.3に示す様な軸力伝達装置の支圧面積の合計を用いるものとし、モデル実験¹⁰⁾で得られた伝達効率 α を考慮するのがよい。

一般的には、床版支間が3.00m以下であり、軸力伝達装置の間隔を500~600mm程度、新旧床版の間隔が500mm程度の場合には、実橋載荷試験から得られた α の平均値0.5を採用してもよい。



床版の有効幅の取り方

- ・一般部は道路橋示方書に準ずる。

$$A_c = T \times B\lambda$$

- ・軸力導入部分は、次式を用いてもよい。

$$A_c = T \times B \times N \times \alpha$$

ここに、

- T : 床版厚 (cm)
- Bλ : 道路橋示方書に示される版の有効幅 (cm)
- B : 軸力伝達装置の支圧板幅 (20cm程度)
- N : 軸力伝達装置の基数
- α : 伝達効率

図-解 3.1.3 有効幅の取り方

- (4) 本工法では、暫定交通解放時におけるモデル解析上のけた剛度の変動は少ないため、平面格子解析理論によっても良いこととした。

3.1.3 使用材料および装置

(1) 間詰めコンクリート

本工法の施工上の必要条件より、プレキャスト床版と桁との間詰材、床版相互の間詰材、床版の現場打ちコンクリート等は、超速硬性コンクリートを用いることを原則とする。

(2) 軸力伝達装置

本工法に用いる軸力伝達装置は、機械式または、油圧式ジャッキを標準とする。この場合、下記の条件を満足するものでなくてはならない。

- 1) 装置のバネ定数は、 $8.0 \sim 12.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}$ 程度の範囲にあるものとする。
- 2) プレロードの導入が可能である。
- 3) 橋面振動によるゆるみが生じない。

(3) 軸力測定器具

本工法に用いる軸力の測定器具は、ロードセル内蔵型のものとし、個々の軸力伝達装置に発生する軸力を同時に測定できるものを標準とする。

- (1) 本工法の施工上の制約時間より、間詰材及びけた端部の床版現場打コンクリートは、3時間程度で硬化する超速硬性コンクリートを用いることを原則とした。

(2)

- 1) 軸力伝達装置に必要なバネ定数は、モデル実験¹⁰⁾を基にして算出した値である。

軸力伝達装置のバネ定数は、新旧床版間の床版軸力を確実に伝達し、主けたの断面性状を復元する上で重要である。モデル実験¹⁰⁾では、床版有効幅を1.0とし、さまざまなバネ定数を設定して行なった試設計より決定した値であり、この程度の値が得られない場合には、本工法の適用を検討する必要がある。標準的には、バネ定数が $11.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}$ 程度の装置を用いている。軸力伝達装置の構造例を図-解3.1.4に示す。

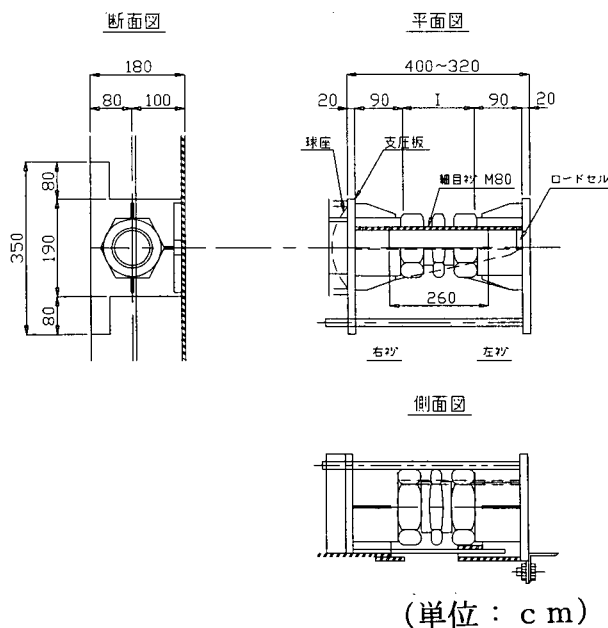


図-解 3.1.4 軸力伝達装置の例

- 2) プレロードは、新旧床版の間隔を強制的に広げることで、主げたに負の曲げモーメントを与え、主げた応力を緩和させる効果がある。したがって、交通仮解放時における、主げたの発生応力を押さえる目的で、プレロードの導入が可能なものに限定した。
- 3) 軸力伝達装置は上載荷重による新旧床版の変位量や主げたの橋面振動を受けるために、橋軸方向にゆりみを生じやすい。ゆりみを生じた軸力伝達装置では、所定の床版軸力を伝達できないことから、ゆりみを生じさせない構造とした。
- (3) プレロードの導入は、新旧床版間の間隔を強制的に広げることで実現させる。この場合、プレロード導入時においては、複数のジャッキに順次所定の軸力を導入するため、床版に不均等な力が作用する。この微調整を行い、全体のバランスを見るために、多点計測式のものを使用することとした。

3.1.4 許容応力度

- (1) 許容応力度は、道路橋示方書に従うものとする。

(2) 交通仮開放を行う場合の主げたの許容応力度は、原則として割増してはならない。

- (1) 主げた、軸力伝達装置についての許容応力度は、道路橋示方書Ⅱ鋼橋編、Ⅲコンクリート橋編を参照するものとする。
- (2) 施工中に交通の仮開放を行う場合には、一般車の荷重を限定できないことから、許容応力度の割増しを行ってはならない。

3.1.5 プレロード量の決定

プレロードの導入量は、床版打換え作業中に、最も主げたの応力状態が厳しくなる施工段階で決定するものとする。

本工法を用いて合成けた床版を打換える場合には、施工段階毎に逐次主げたの断面構成が変化するが、プレロードは施工初期に導入することから、施工期間を通じて最も危険となる施工段階の必要量を求めておき、そこから逆算してプレロード量を定める。

実橋載荷試験の結果より、プレロードは主げたの応力緩和に有効であり、下式で表すことができる。従って、プレロードを積極的に活用することで、施工の安全性を高めることが可能である。

$$\text{コンクリート応力 } \sigma_c = \frac{N_p}{A_c}$$

主げた上フランジ緩和応力

$$\sigma_{su} = \frac{N_p}{A_s} + \frac{N_p \times e}{I_s} \times Y_{su}$$

主げた下フランジ緩和応力

$$\sigma_{se} = \frac{N_p}{A_s} - \frac{N_p \times e}{I_s} \times Y_{se}$$

ここに

- N_p : プレロード (= $N \times \alpha$ kgf)
- A_c : 軸力伝達装置の支圧面積 (= $B \times T$ cm)
- A_s : 主げたの断面積 (cm²)
- I_s : 主げたの断面二次モーメント (cm⁴)
- e : 床版軸芯と鋼げたの重心軸との偏心量
- Y_{su} : 鋼げたの重心軸から鋼げたの上縁までの距離 (cm)
- Y_{se} : 鋼げたの重心軸から鋼げたの下縁までの距離 (cm)

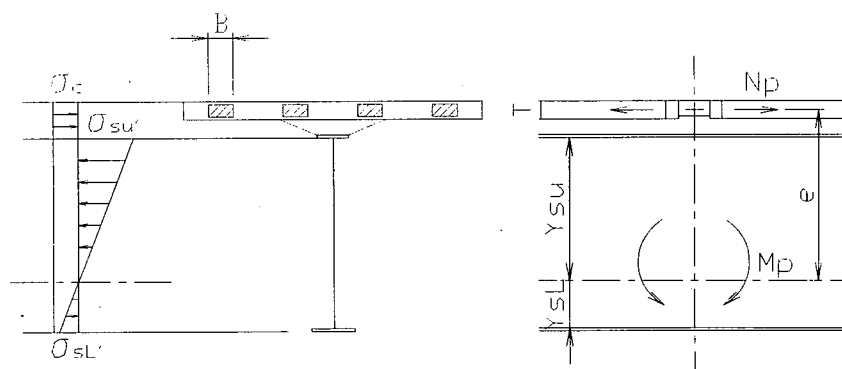


図-解 3.1.5 プレロード導入概念図

一般的な鋼Iげた橋(けた高/支間比=1/18~1/22程度)では、1基当たりのプレロード量は、4.0tf(39KN)程度で、上フランジで50kgf/cm²(4.9N/mm²)、下フランジで10kgf/cm²(1.0 N/mm²)程度の応力緩和が可能となる。

また、鋼箱げた橋では、1基当たりのプレロード量10.0tf(98KN)程度に対して、上フランジが25kgf/cm²(2.5N/mm²)、下フランジが5kgf/cm²(0.5N/mm²)程度となる。

これ等の値は、支間30mの標準活荷重合けた橋による試設計と実施工に基づいたものである。また、箱げた橋については、断面形状が開・閉いずれかにより異なる為、断面性状を検討の上、決定する必要がある。

3.1.6 軸力伝達装置近傍の前処理

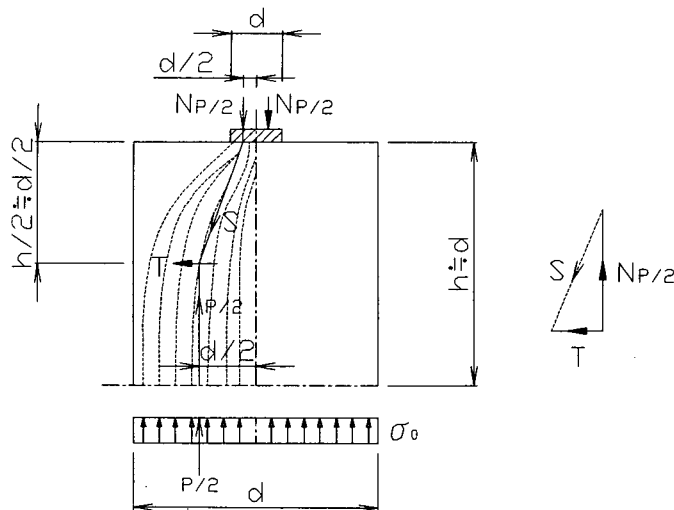
軸力伝達装置を設置する場合においては、新旧床版の床版軸力が円滑に伝わるようなものとしなければならない。

軸力伝達装置の近傍は、床版の有効幅が装置本体部へ集中する部分であり、応力集中に対して十分配慮する必要がある。

この部分の応力状態は、三次元状態となり、割裂力や剥裂力と呼ばれる引張領域が生じ、応力状態が攪乱する。

この割裂力は、合成けた床版の主桁作用としての圧縮力と床版単体の圧縮力に起因するものであり、通常の合成けた橋では主桁作用による圧縮力を22tonf(216KN)、床版作用による圧縮力を18tonf(176KN)程度見込めば十分と考えられるため、割裂力は3.80tonf(37KN)程度となる。

新設床版側では、図-解3.1.6に示すような、補強鉄筋D13を2本以上配置すれば十分であり、また、圧縮力に対しては新設床版のコンクリート強度を上げることで対応できる。



$$\begin{aligned}
 T &= 0.25 \times N_p \times \left(1 - \frac{a}{d}\right) \\
 &= 0.25 \times (22 + 18) \\
 &\quad \times \left(1 - \frac{8 + 2 \times 22}{20\text{cm}}\right) \\
 &= 3.8\text{tonf}
 \end{aligned}$$

図-解 3.1.6 割裂力Tの近似解法(レオハルトのコンクリート講座②)

一方、旧床版側ではこの割裂力に対して既設の床版鉄筋で取らせる方法以外はないが、圧縮力に対しては、支圧面積等を広げる事により対応できる。尚、この場合の支圧板は、鋼材等の十分な剛性と板厚を持つ必要がある。

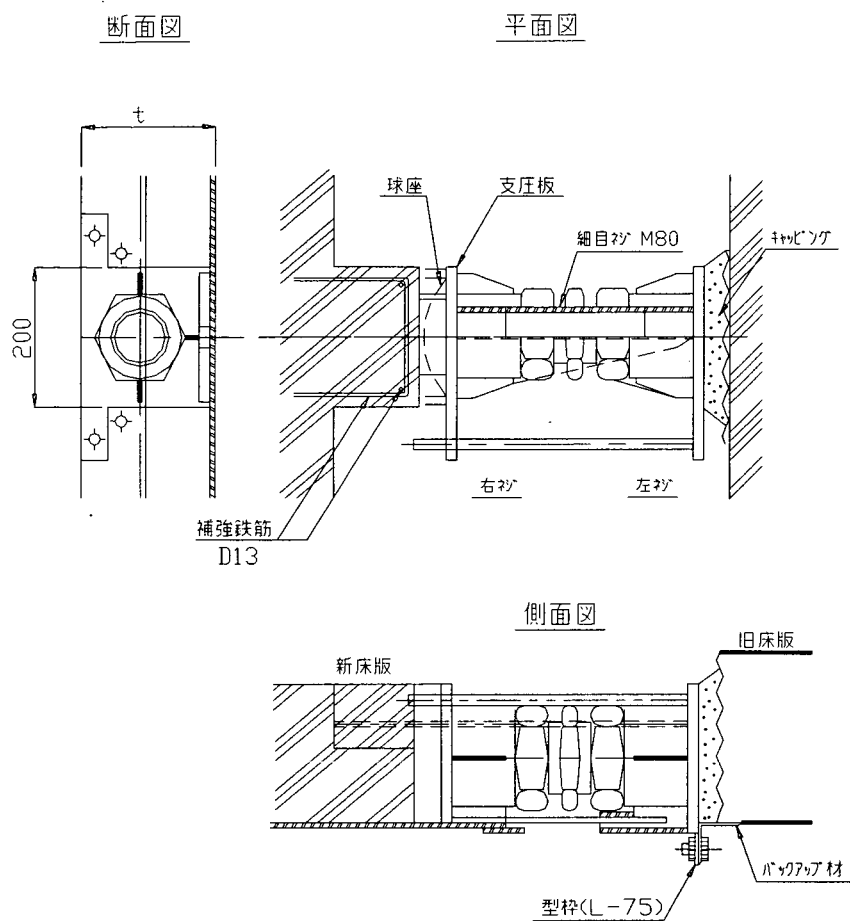


図-解 3.1.7 装置近傍の前処理例

また、床版打換え工事においては一般的に新旧床版間の路面差が生じ易いため、床版軸力を伝達する支圧面積を低減する等、設計面で考慮しておくことが必要である。

3.2 施工

3.2.1 施工手順

本章では、片側車線を1日内の一定時間のみ交通規制し、プレキャスト床版で床版打換えを行う場合について、施工手順を図3.2.1に示す。

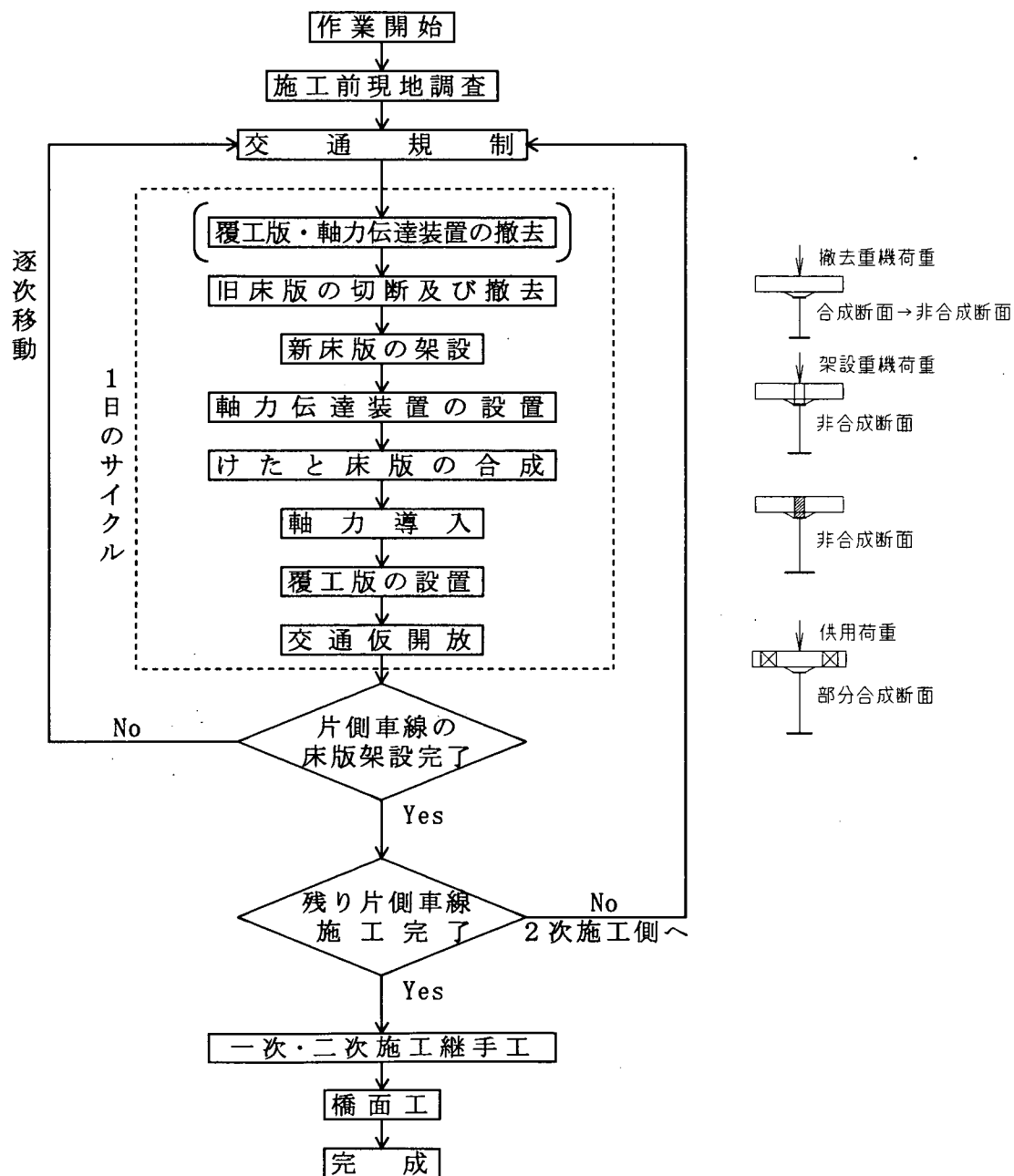
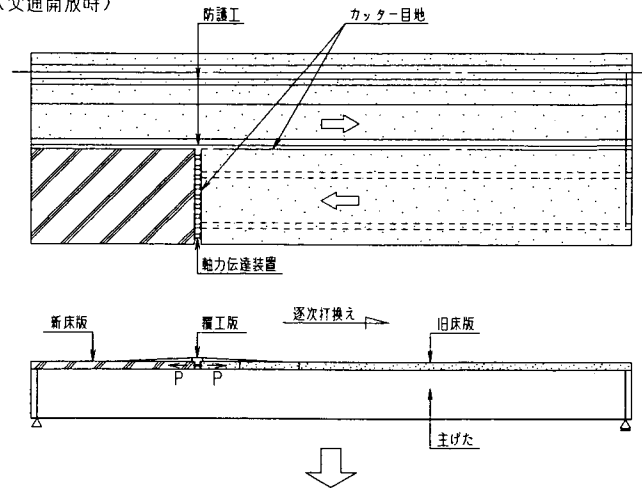


図3.2.1 施工手順

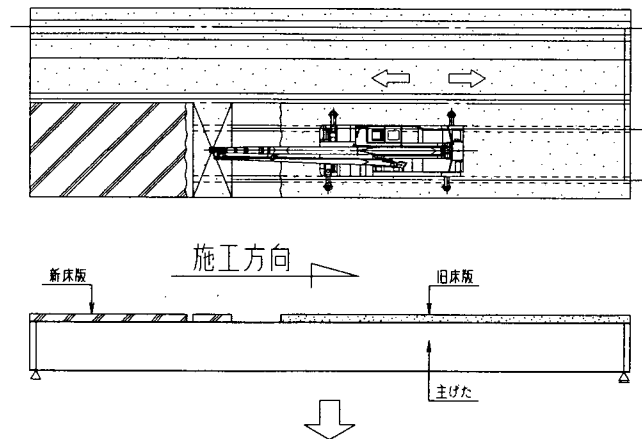
注) 前半の片側車線の施工を一次施工、残りの片側車線の施工を二次施工とする。

軸力導入工法は、下図に示すように、片側車線を1日内の一定時間のみ交通規制し、逐次旧床版を新床版に取り替えていく工法であり、暫定交通開放を可能にすることに特徴がある。

・前日（交通開放時）



・床版施工時



・翌日（交通開放時）

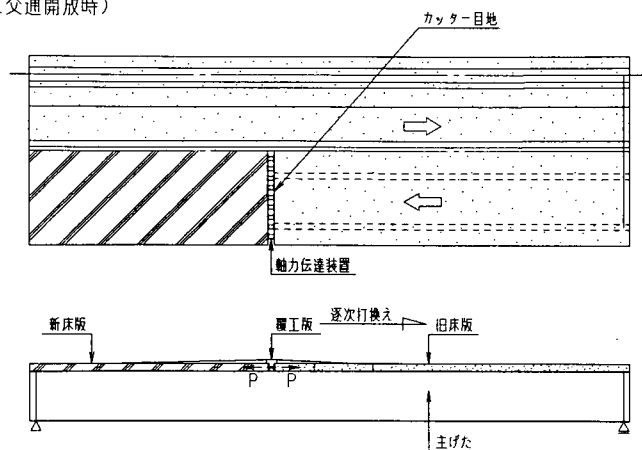


図-解 3.2.1 軸力導入工法の手順図

3.2.2 施工前現地調査

施工前には十分な現地調査を行い、詳細設計・施工計画等に反映することを原則とする

床版を打ち換える場合、主げたが設計時の耐荷力を有しているか確認することが重要である。そのため、施工前には現地調査を行い、主げたの変状（断面欠損、変形、割れ等）の有無や支承の可動状況を調査し、実橋の健全度を把握しておかなければならない。変状が発見された場合には、その原因を追及し対策を施した後、施工に取りかかるものとする。

また、本工法は、暫定交通解放時のみに主げたを仮補強する工法であり、合成げたの構造機能を十分に発揮させるためには、ある程度の床版の軸方向剛性が確保されている必要がある。

したがって、本工法の適用に際しては、床版の現況調査を実施するとともに、過去の資料の照査や、部分的な抜落ち等が床版の逐次打換え時に問題とならないことを確認しておかなければならない。

一般的に、軸力伝達装置近傍では、床版軸力の集中によりコンクリートに発生する応力が増加するため、軸力伝達装置を計画している橋面から3箇所以上のコア抜きの実施やシュミットハンマーにより、圧縮強度を確認しなければならない。この場合のコンクリートの圧縮強度は、 180kgf/cm^2 (17.6N/mm^2) 程度を上まわっている事が望ましい。

なお、これ等を満たさない場合には、交通の仮開放に関し、強度の不足している箇所のコンクリートを部分的に先行打換えする等の検討を行うとともに、状況に応じた判断をしなければならない。

3.2.3 旧床版の切断及び撤去

- (1) 既設床版の撤去に用いるコンクリートカッターの切断計画においては、主げたの構造系、施工計画（施工能力、作業時間）等を十分考慮し、撤去計画図を作成するものとする。
- (2) 旧床版の撤去は、主げた上フランジを傷つけないように慎重に行わなければならない。撤去に際しては、建設当初の後死荷重（舗装、地震、高欄等）を先行撤去するのを原則とする。
- (3) 既設ジベルを撤去する場合には、主げたに熱影響等を与えない方法で行わなければ

ならない。

- (1) 本工法でコンクリートカッターの切断計画を義務づけたのは、分割施工の場合、橋軸方向カッターにより、分断された主げたの構造系が不安定となる可能性もあり、主げたの照査を行う必要が生じるためである。また、施工能力や作業時間により、先行して橋軸直角方向カッターを入れる必要が生じる場合には、床版軸力を伝達できる程度を、事前に検討しておく必要がある。

なお、コンクリートカッターによる端面処理が必要な箇所は、新旧床版のみであり他の部分はこの限りではない。

- (2) 旧床版は、ブレーカー等を用いて切断し、ブロック状にしてクレーンで撤去する。床版撤去時に、主げた上でクレーンを旋回させる必要がある場合には、片側の車輪またはアウトリガーに全重量がかかる場合もあるため、十分な検討が必要である。

ブレーカーの使用に際しては、主げたの上フランジを傷つけない様に十分注意する必要がある。主げた上のコンクリート撤去は、小型のブレーカー等を用いて慎重に行う。

ブレーカーの騒音が問題となるような場合には、油圧ジャッキを利用した床版引剥がし機械を用いる場合もある。

- (3) 既設ジベルの切断をガスにより行う場合には、主げたへの熱影響を避けるため、スタッドジベルの場合には根元から1.5cm以上残して切断する。残った部分が新床版架設の支障となる場合には、グラインダー等を用いて削り平滑にする。

ガス以外の切断方法としては、エアープラズマ切断機を用いる方法がある。この方法では、スタッドの根元から7mm程度の位置で切断しても、主げたへの熱影響がほとんど無いことが実験で確認されている。この方法を用いる場合には、発電機（20KVA以上）と小型コンプレッサーが必要となる。

3.2.4 新床版の架設

(1) 新床版の設置

プレキャスト床版の架設には、トラッククレーン、門型クレーン等の重機を用い、設計図に示した位置に敷設するものとする。

また、クレーンの橋面内への進入が制限されている場合や、クレーン施回方向等は、橋体構造へ多大な影響を及ぼすため、十分な施工管理を施さなければならない。

(2) スタッドジベルの溶植

主げた上のジベルを新設する場合には、新床版敷設前に、施工する事が望ましい。
なお、溶接等の施工管理は、道路橋示方書に従うものとする。

- (1) 合成けた橋は、経済性を主体とした構造形式であり、架設中の重機等の集中荷重に対して、通常主げたの応力上の余裕が少ないことから、条文の様に注意を促すこととした。
- (2) 主げた上のジベルを新設する場合には、ジベルが合成効果を発揮する上で、重要であるため、施工管理上条文のように定めた。なお、縦桁上のジベルは、スラブアンカーとしての機能を期待しているため、あと施工でもよいものとする。

3.2.5 軸力伝達装置の設置

軸力伝達装置は、床版応力を新旧床版へ均等に伝達するよう設置するものとする。

本工法で用いる軸力伝達装置は、自重(60kg程度)が大きくなる可能性があるため、設置のしやすさや装置近傍の作業に支障が及ばないことを考慮すると共に、仮受梁等を準備し、床版との取合い面に応力集中が生じないようにすることとした。

3.2.6 けたと床版の合成

間詰めコンクリートの打設に際しては、超速硬性コンクリートの強度を発現させるための養生管理を十分行うものとする。

超速硬性コンクリートは、硬化発熱量が大きいため、表面の水分が蒸発し易い。また、床版特有の問題として、初期ひび割れの防止、初期強度発現、凍害防止の面から被膜養生材の散布や適切なシート養生を施し、養生管理を十分に行うものとした。

3.2.7 軸力導入

軸力導入に際しては、間詰めコンクリートが所定の強度に達していることを確認した後、施工することを原則とする。

主げたに設計プレロードが導入できるよう間詰めコンクリートの強度確認は施工サイクル毎に行うことが望ましい。確認方法としては、一般的にテストピースを作成し簡易圧縮試験機により行っている。また、導入方法は数基単位となるために個々のゆるみが生じやすく、所定量の確認までには2、3回導入することが望ましい。

3.2.8 仮設防護柵の設置

分割施工を行う場合には、一次施工と二次施工の間に車両防護柵を設けて安全を確保しなければならない。

交通を仮開放しながら打換え作業を行う場合には、安全を確保するために、一次施工と二次施工の境界部分に仮設防護柵を設置しなければならない。

仮設防護柵の構造例については、図一解 2.2.4を参照とする。

3.2.9 覆工版の設置

交通仮開放時に設置する覆工版・斜路版は、軸力伝達装置の目地部の保護と円滑な交通を確保するためのものでなければならない。

覆工版については、たわみ性、斜路版については、アプローチの勾配に注意し、相互のズレ・浮上がり防止や必要に応じては、滑り止め加工を施すものとする。

一般的な構造令を、図一解 3.2.2示す。

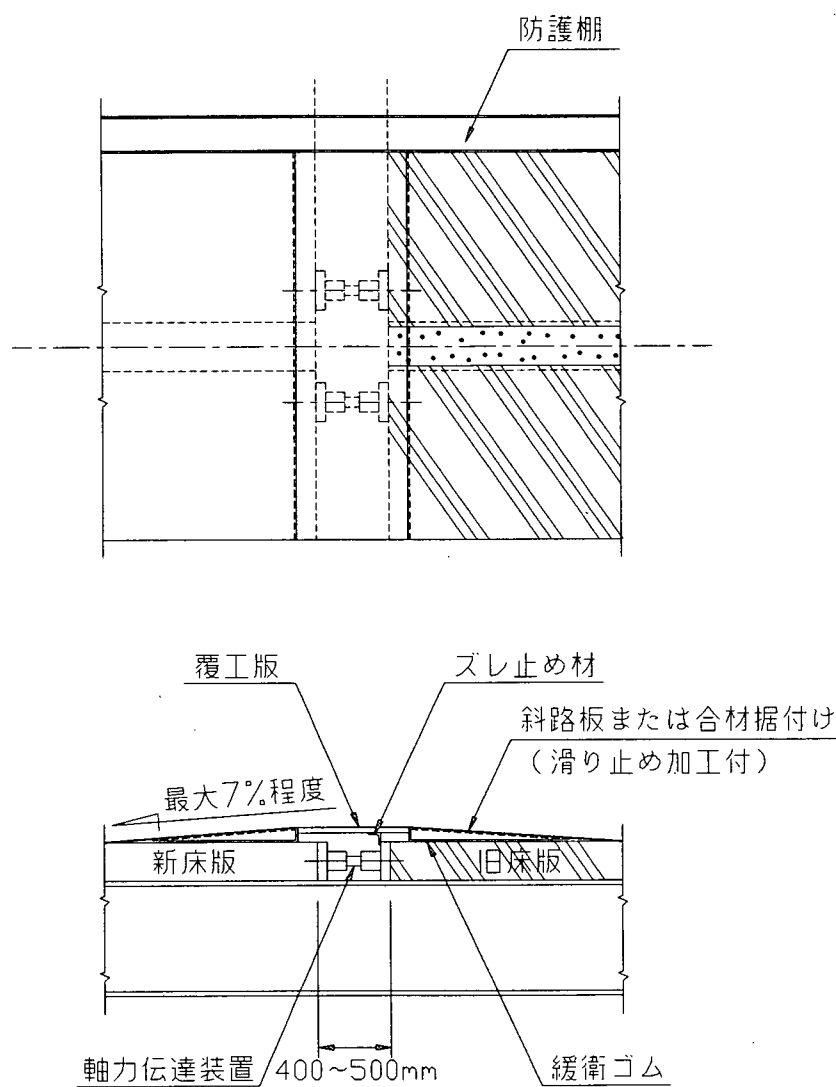


図-解 3.2.2 覆工版の構造例

— 資料編 —

1.1 外ケーブル工法

§ 1. 設計条件

1. 橋梁条件

- 1) 上部工形式 活荷重合成単純桁
- 2) 橋長 33.000m
- 3) 支間長 32.200m
- 4) 幅員構成 $2.00\text{m} + 7.00\text{m} + 2.00\text{m} = 11.00\text{m}$
- 5) 設計荷重 B活荷重
- 6) 雪荷重 $100\text{kg}/\text{m}^2$
- 7) 床版厚の割り増し係数 $k_1 = 1.20$ (大型車1000~2000台/日・1方向)
- 8) 舗装厚 アスファルトコンクリート
車道 $t = 8\text{cm}$
歩道 $t = 3\text{cm}$

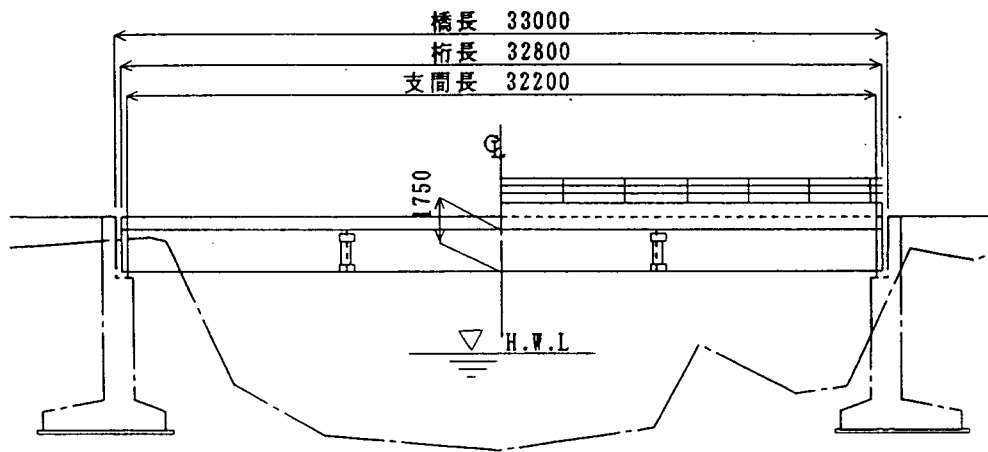
2. 施工条件

- 1) 交通止の有無 交通止はしない
昼夜間片側通行
- 2) 確保幅員 車道幅員 $B = 0.25\text{m} + 3.00\text{m} + 0.25\text{m} = 3.50\text{m}$
歩道幅員 $B = 0.75\text{m}$ 以上確保

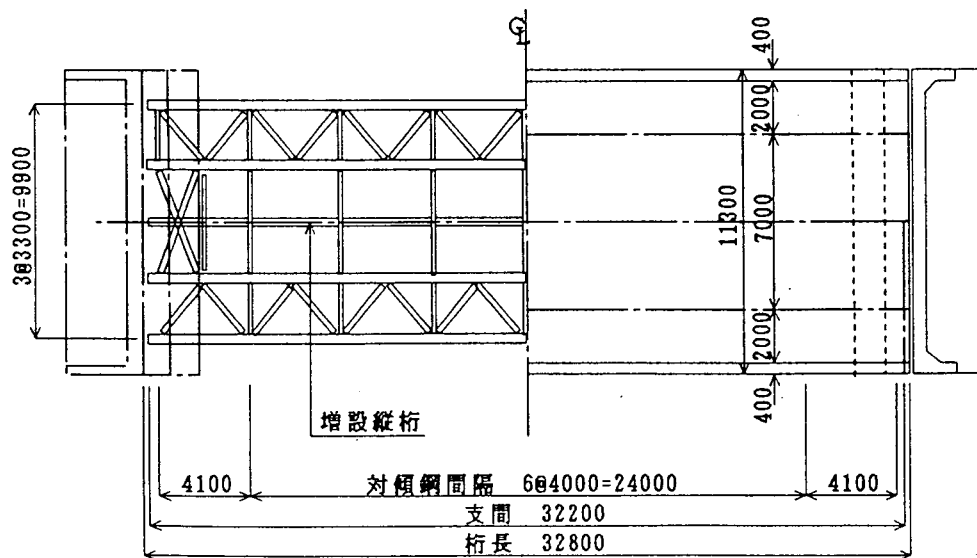
3. 材料の強度および許容応力度

- 1) 鋼材 (SS400) $\sigma_a = 1400\text{kgf}/\text{cm}^2$
 $\tau_a = 800\text{kgf}/\text{cm}^2$
(SM490Y) $\sigma_a = 2100\text{kgf}/\text{cm}^2$
 $\tau_a = 1200\text{kgf}/\text{cm}^2$
- 2) コンクリート
設計基準強度 $500\text{kgf}/\text{cm}^2$
プレストレス導入強度 $350\text{kgf}/\text{cm}^2$
許容曲げ圧縮応力度 (設計荷重時) $170\text{kgf}/\text{cm}^2$
許容曲げ圧縮応力度 (プレストレス導入時) $210\text{kgf}/\text{cm}^2$
許容曲げ引張応力度 (設計荷重時) $0\text{kgf}/\text{cm}^2$
許容曲げ引張応力度 (プレストレス導入時) $-18\text{kgf}/\text{cm}^2$
- 3) PC鋼材 (SWPR7B $\phi 12.7$)
引張荷重 18700kgf
降伏荷重 15900kgf
- 4) 鉄筋 (SD295A)
許容引張応力度 (床版) $1400\text{kgf}/\text{cm}^2$
許容引張応力度 (一般) $1800\text{kgf}/\text{cm}^2$

側面図

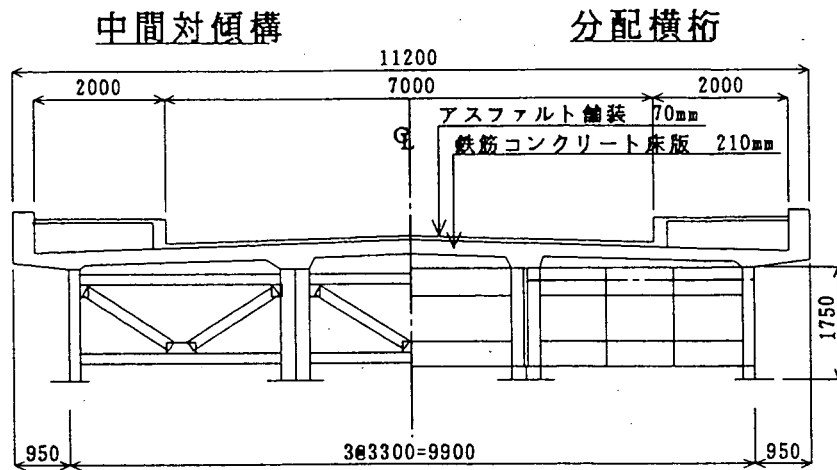


平面図

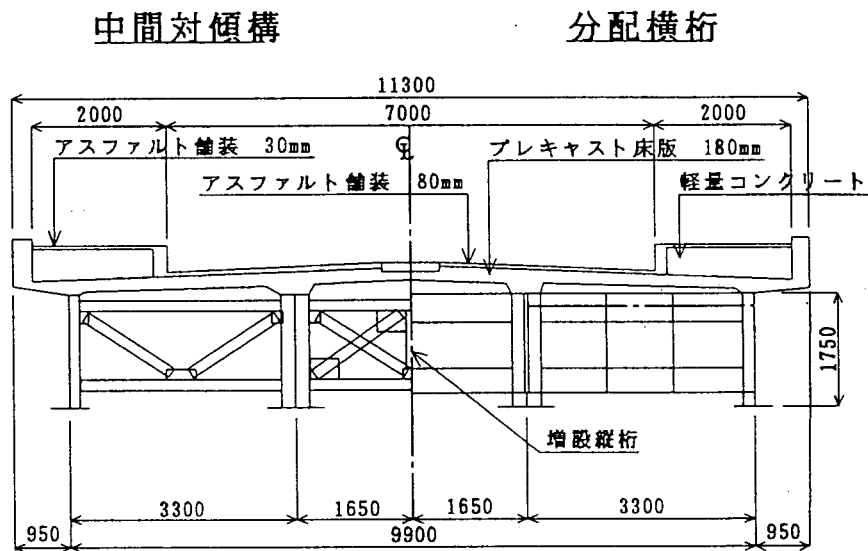


桜川橋の概要図 (1)

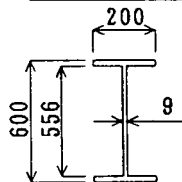
補修前断面



補修後断面



増設縦桁



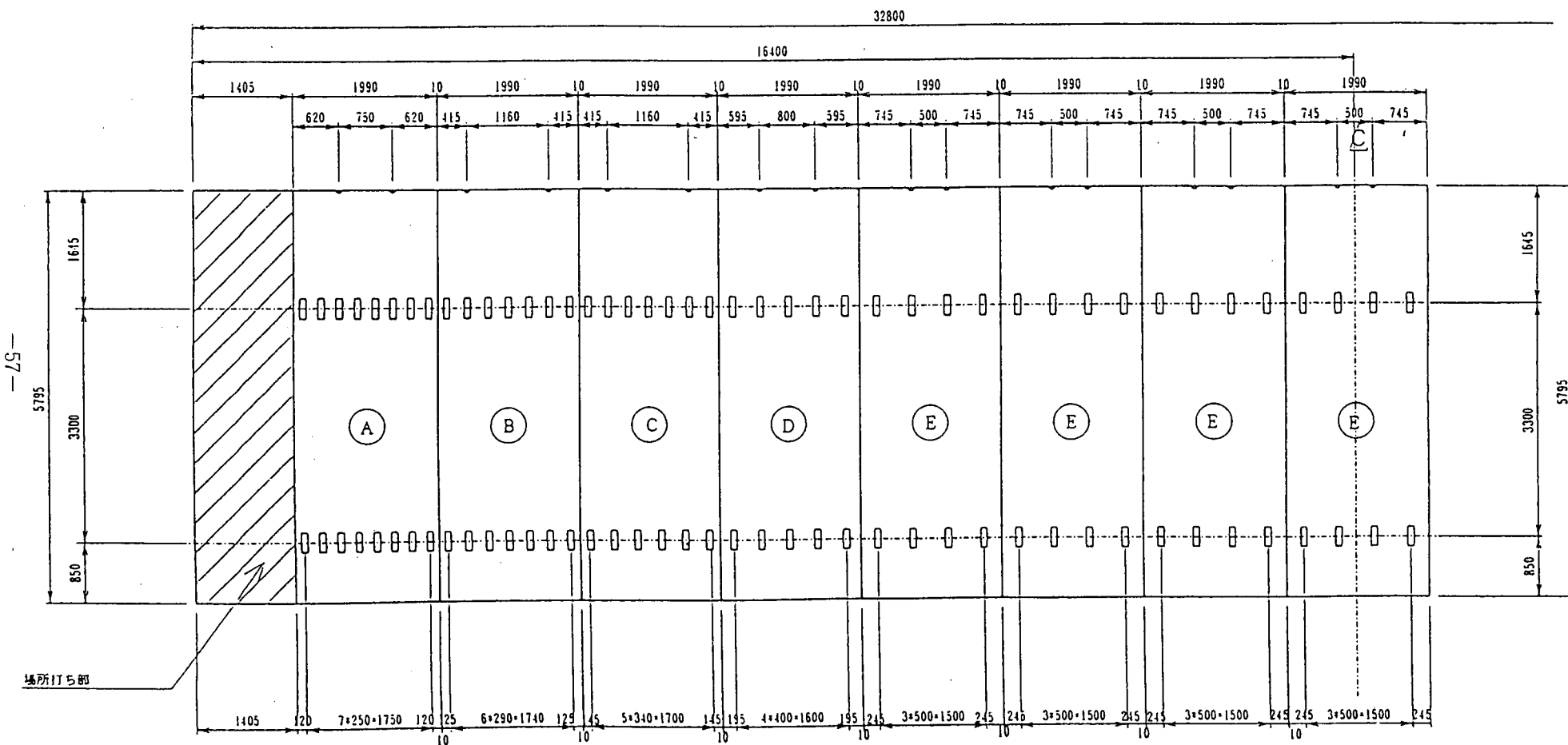
桜川橋の概要図（2）

§ 2. 照 査 結 果

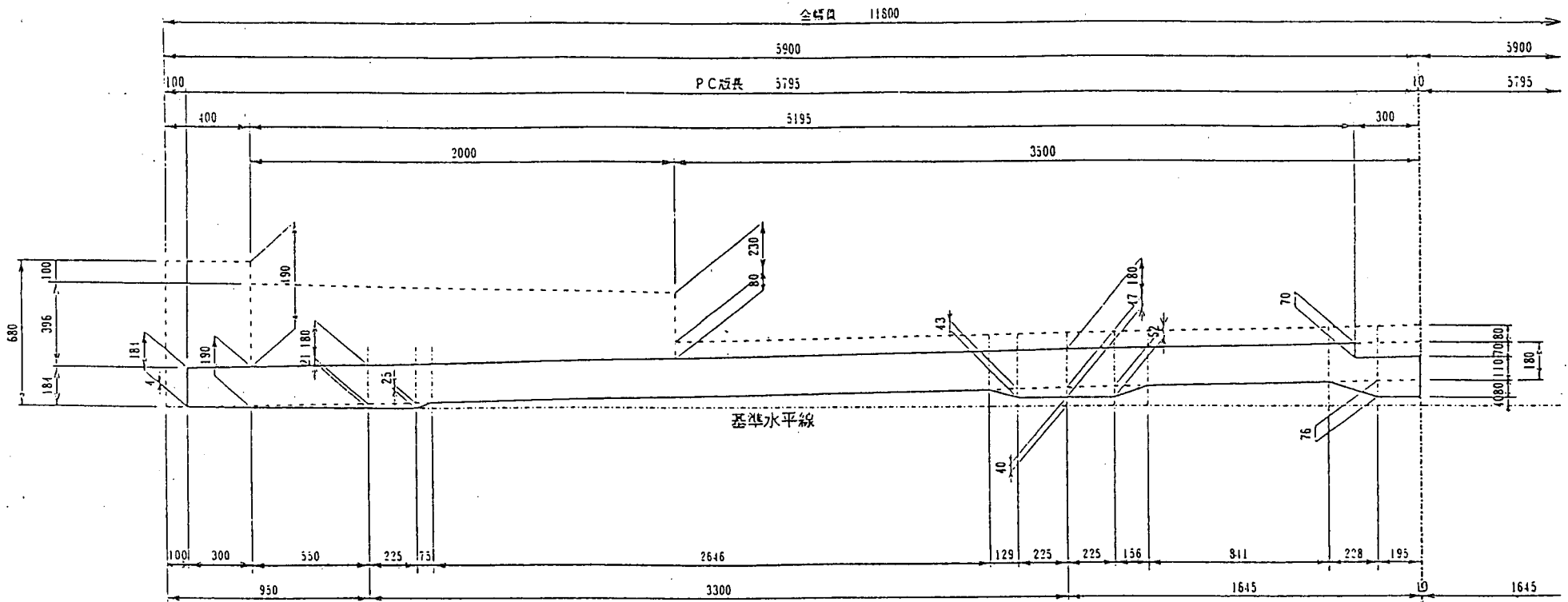
床版荷重および設計自動車荷重の変更に伴う既設部材の照査結果を、当初（打替え）設計と今回の変更（打替え）設計について示す。

項 目	当初設計 (プレキャスト合成床版)	変更設計 (P C プレキャスト床版+外ケーブル工法)
主 桁	下フランジにおいて最大で許容応力度に対し13%の応力超過。	下フランジにおいて最大で許容応力度に対し、8%の応力超過。 実状交通量を考慮して、歩道部の群集荷重を100kgf/m ² にすると3%の応力超過。
補 剛 材	垂直補剛材の板厚が規定値以下となっている。しかし、応力度上の問題とはならない。	作用力が当初設計を下回り、問題ない。
活荷重たわみ	許容値以内となっている。	同 上
現 場 継 手 部	添接板の応力度照査において、一部許容応力度を越えるものがあるが、問題ない。(1.3% オーバー)	同 上
分 配 横 桁	全て問題ない。	同 上
対 傾 構	端対傾構 斜材において応力度が超過するため、補強を行うこととする。 中間対傾構 縦桁を3本設置する事による補強を行う。	端対傾構 当初設計と同じ。 中間対傾構 縦桁を1本設置する事による補強を行う。
下 横 構	全て問題ない。	全て問題ない。
支 承	コンクリートとの支圧応力度およびアンカーボルトの照査を行った結果、特に問題はない。	作用力が当初設計を下回り、問題ない。

配置図



PC版断面図

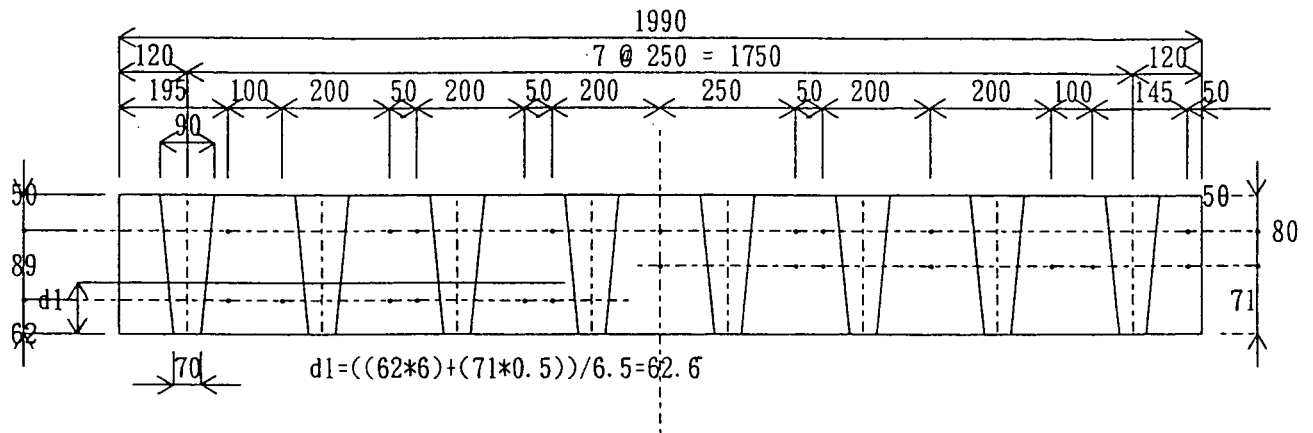


プレキャスト床版断面およびP C鋼材配置

① タイプA

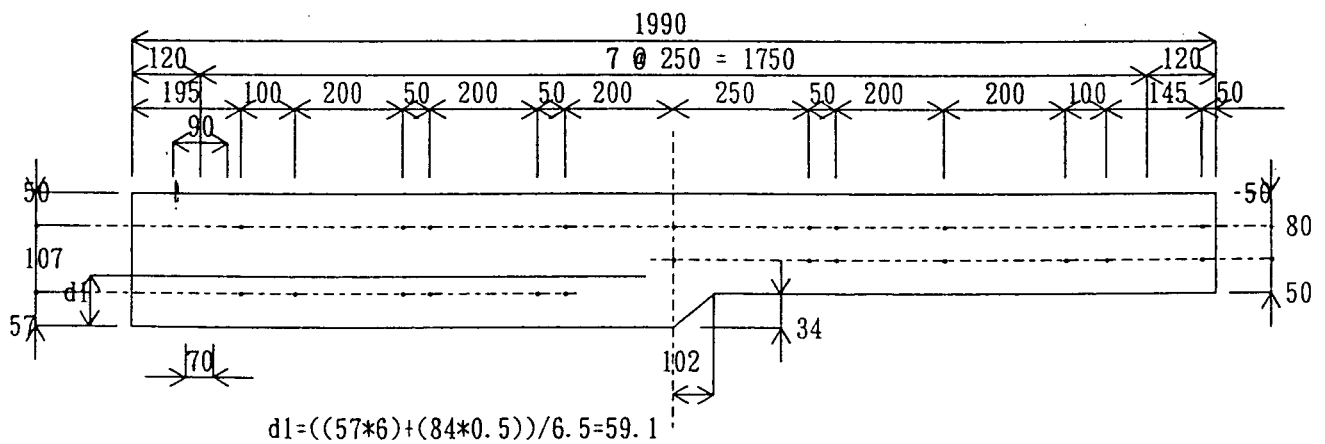
G-1 上端部打下ろし床版

G-1 上床版



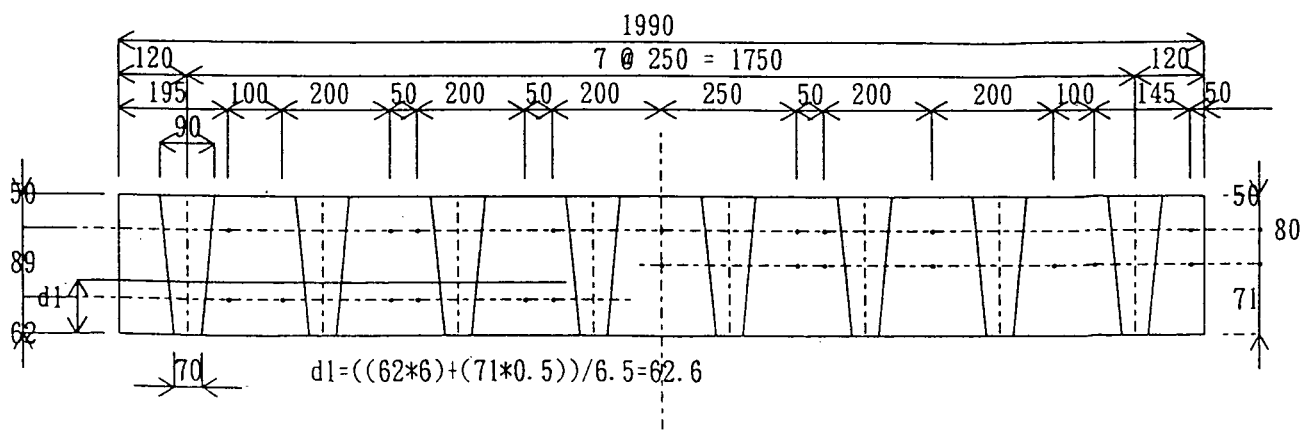
打ち下ろし床版支間部

床版支間部

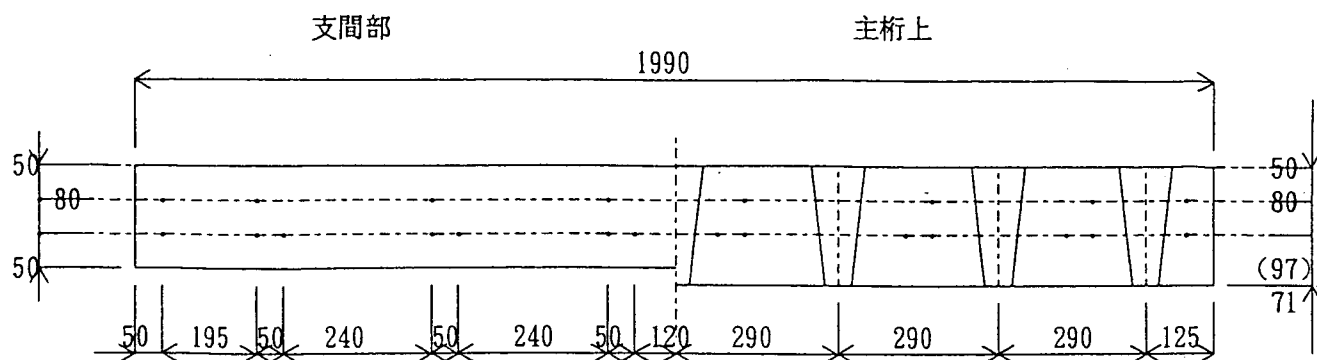


G-2 上端部打下ろし床版

G-2 上床版

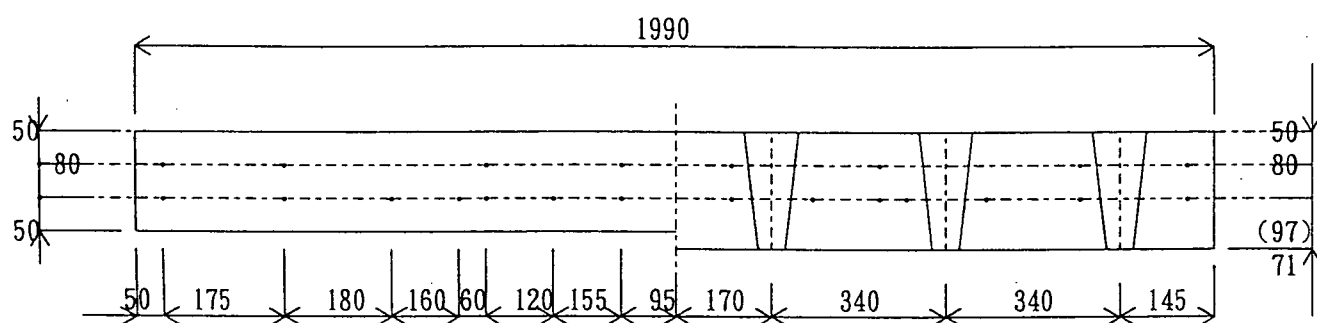


② タイプB

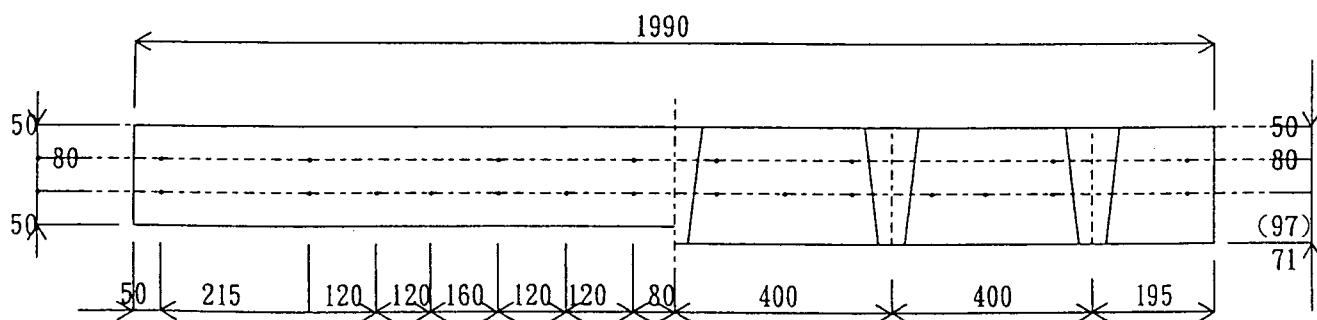


*()寸法はG-2上を示す

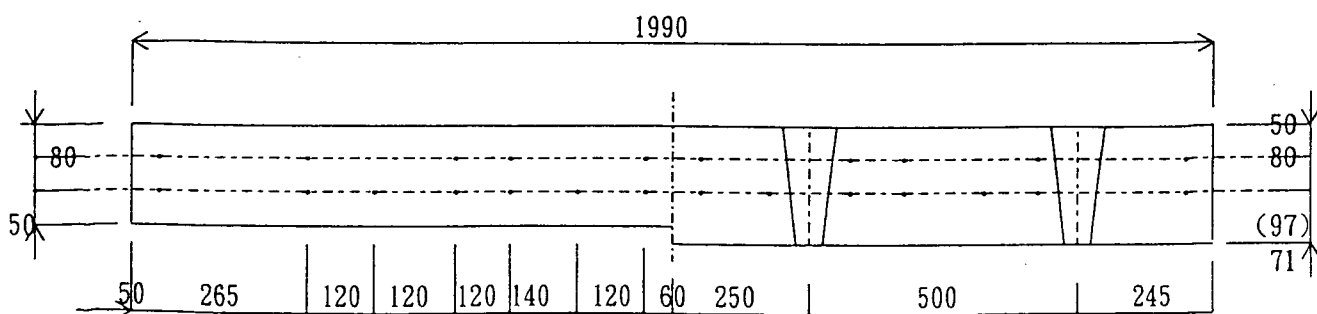
③ タイプC



④ タイプD



⑤ タイプE

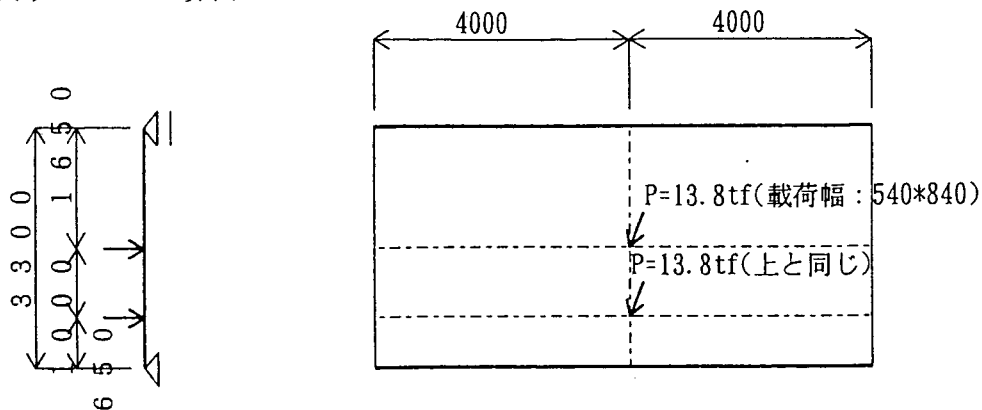


3-2. 床版設計曲げモーメントの算出

車線間継手は、継手部下を縦桁と横桁で支持されたヒンジ構造として設計する。

1. 一般部活荷重曲げモーメント

1-1. 曲げモーメント算出モデル



a) 活荷重曲げモーメント

$$FEM \text{ 解析値} \quad \sigma_{FEMmax} = 76.32 \text{ kgf/cm}^2$$

$$Z = 1/6 * B * h^2 = 1/6 * 100 * 18.0^2 = 5400 \text{ cm}^3$$

$$M_{FEMmax} = (M_{FEMmax} * Z) * 0.8 = (76.32 * 5400 / 1.0E^5) * 0.8 = 3.29 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

b) 死荷重曲げモーメント

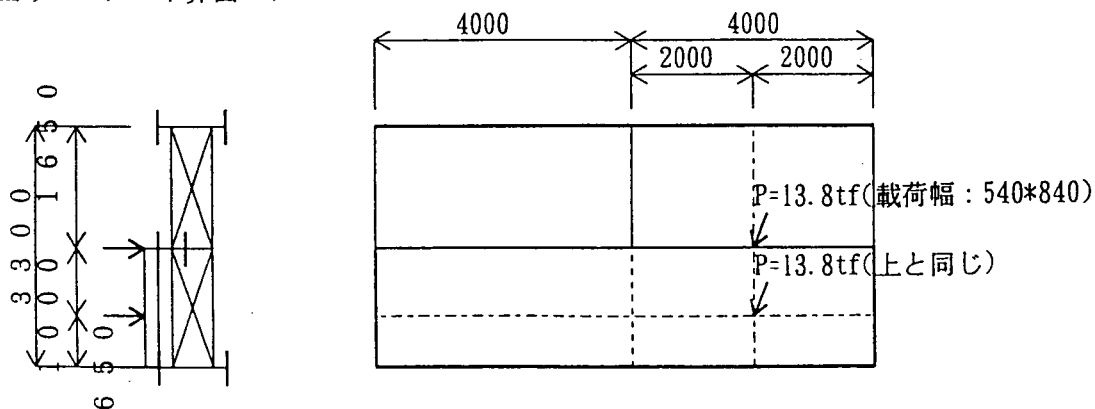
$$M = (0.634 * 3.3^2) / 10 = 0.69 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

c) 合計

$$M = MD + ML = 0.69 + 3.29 = 3.98 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

2. 縦桁で支持された、張り出し床版としての曲げモーメント

2-1. 曲げモーメント算出モデル

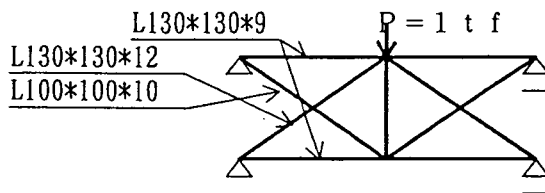


主桁の平均剛度（ブライヒの式を用いる）

$$\alpha = \frac{I_{vmax} - I_{vmin}}{I_{vmin}} = \frac{1860892 - 1021397}{1021397} = 0.82$$

$$I_{vmean} = \frac{I_{vmax}}{1 + \frac{3}{25} \alpha} = \frac{1860892}{1 + \frac{3}{25} * 0.82} = 1694184 \text{ cm}^4$$

補強対傾構の換算断面2次モーメント



$$\begin{aligned} \delta_U &= 0.0039 \text{ cm} \\ \delta_L &= 0.0035 \text{ cm} \\ \delta &= 1/2(\delta_U + \delta_L) = 0.0037 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{はりの換算剛度} \quad \delta &= \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad \text{より} \quad I = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot \delta} \\ &= \frac{1E3 * 330^3}{48 * 2.1E6 * 0.0037} \\ &= 96356 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\text{増設縦桁の剛度} \quad H 600*197*9*22 \quad I = 87900 \text{ cm}^4$$

2-2. 主桁上曲げモーメントの算出

a) 活荷重曲げモーメント

$$\begin{aligned} \text{FEM解析値} \quad \sigma_{FEMmax} &= 65.70 \text{ kgf/cm}^2 \\ Z &= 1/6 * B * h^2 = 1/6 * 100 * 18.0^2 = 5400 \text{ cm}^3 \\ M_{FEMmax} &= \sigma_{FEMmax} * Z = 65.70 * 5400 / 1.0E^5 \\ &= 3.55 \text{ tf}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

b) 死荷重曲げモーメント

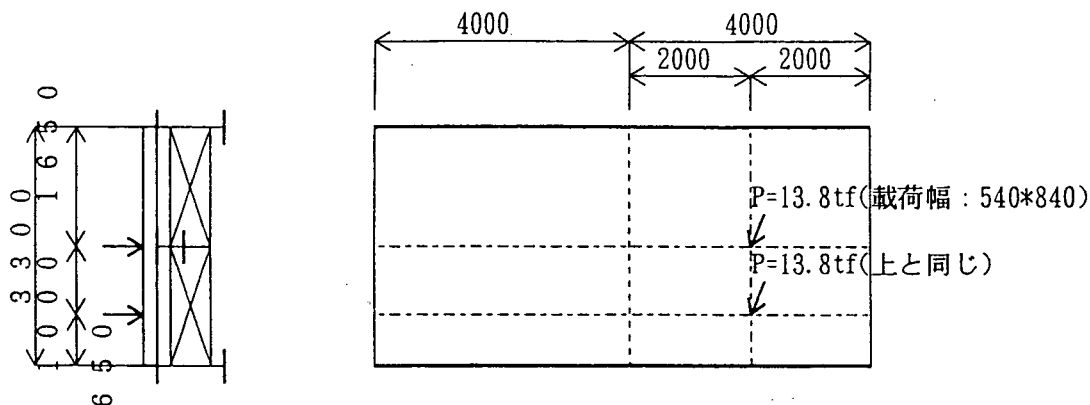
$$\begin{aligned} \text{FEM解析値} \quad \sigma_{FEMmax} &= 4.93 \text{ kgf/cm}^2 \\ Z &= 1/6 * B * h^2 = 1/6 * 100 * 18.0^2 = 5400 \text{ cm}^3 \\ MD &= \sigma_{FEMmax} * Z = 4.93 * 5400 / 1.0E^5 \\ &= 0.266 \text{ tf}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{c) 合計} \quad M = MD + ML = 0.266 + 3.55 = 3.816 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

3. 車線間継手部の照査

車線間継手は、前項の断面力にて設計を行えば縦桁で支持された張り出し床版として成立する。しかし、ひび割れが生じた場合には床版目地部からの漏水等の問題が生じる危険がある。そのため、連続版に縦桁を増設したモデルで縦桁上の断面力を算出し目地部の構造検討を行う。

4-1) 増設縦桁上曲げモーメント



a) 活荷重曲げモーメント

$$\text{FEM解析値} \quad \sigma_{\text{FEMmax}} = 15.96 \text{ kgf/cm}^2$$

$$Z = 1/6 * B * h^2 = 1/6 * 100 * 18.0^2 = 5400 \text{ cm}^3$$

$$M_{\text{FEMmax}} = \sigma_{\text{FEMmax}} * Z = 15.96 * 5400 / 1.0E^5 = 0.86 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

b) 死荷重曲げモーメント

$$\text{FEM解析値} \quad \sigma_{\text{FEMmax}} = 1.56 \text{ kgf/cm}^2$$

$$Z = 1/6 * B * h^2 = 1/6 * 100 * 18.0^2 = 5400 \text{ cm}^3$$

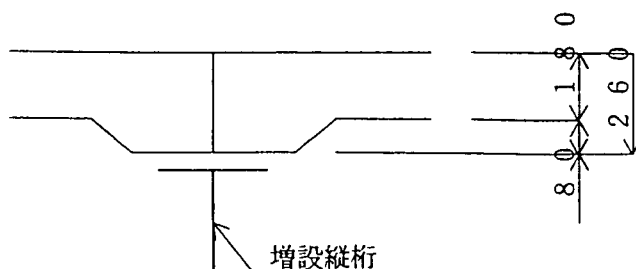
$$MD = \sigma_{\text{FEMmax}} * Z = 1.56 * 5400 / 1.0E^5 = 0.08 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

c) 合計

$$M = MD + ML = 0.08 + 1.00 = 1.08 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

3-2) 打継ぎ面に生じる引張応力度

打継ぎ部断面



$$Z = 1/6 * 100 * 26.0^2 = 11267 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_D = 0.08 * 10^5 / 11267 = 0.7 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_L = 0.86 * 10^5 / 11267 = 7.6 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_c &= 60 + 1.7 * 6L \\
 &= 0.7 + 1.7 * 7.6 \\
 &= 13.6 \text{ kgf/cm}^2 \leq \sigma_{ca} = 25 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{----- 道示 (プレキャストブロックの継ぎ目) の項を参照}
 \end{aligned}$$

4. まとめ

4-1) 床版設計曲げモーメント

【主鉄筋方向】

a) 床版支間部

$$\begin{aligned}
 ML &= 3.29 \text{ tf}\cdot\text{m} \\
 MD &= 0.69 \text{ tf}\cdot\text{m} \quad M = 3.98 \text{ tf}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

b) 支点上

$$\begin{aligned}
 ML &= 3.55 \text{ tf}\cdot\text{m} \\
 MD &= 0.27 \text{ tf}\cdot\text{m} \quad M = 3.82 \text{ tf}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

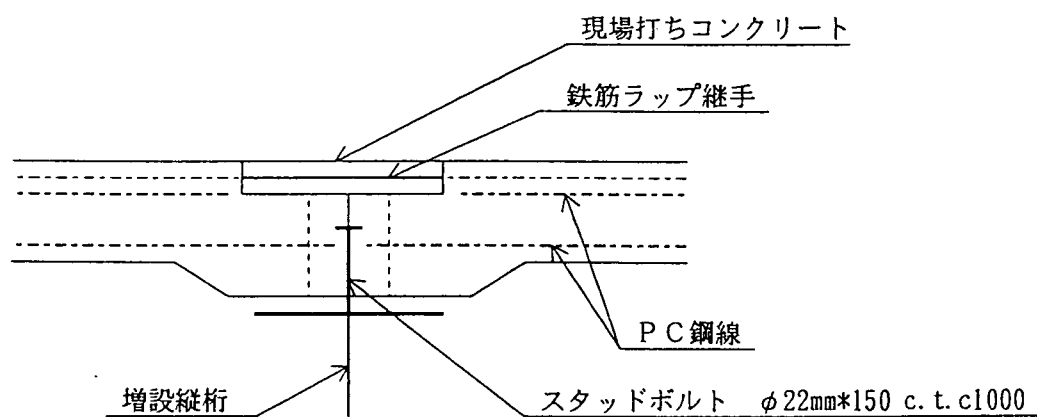
【配力鉄筋方向】

a) 床版支間部

$$ML = 3.29 * 0.8 = 2.632 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

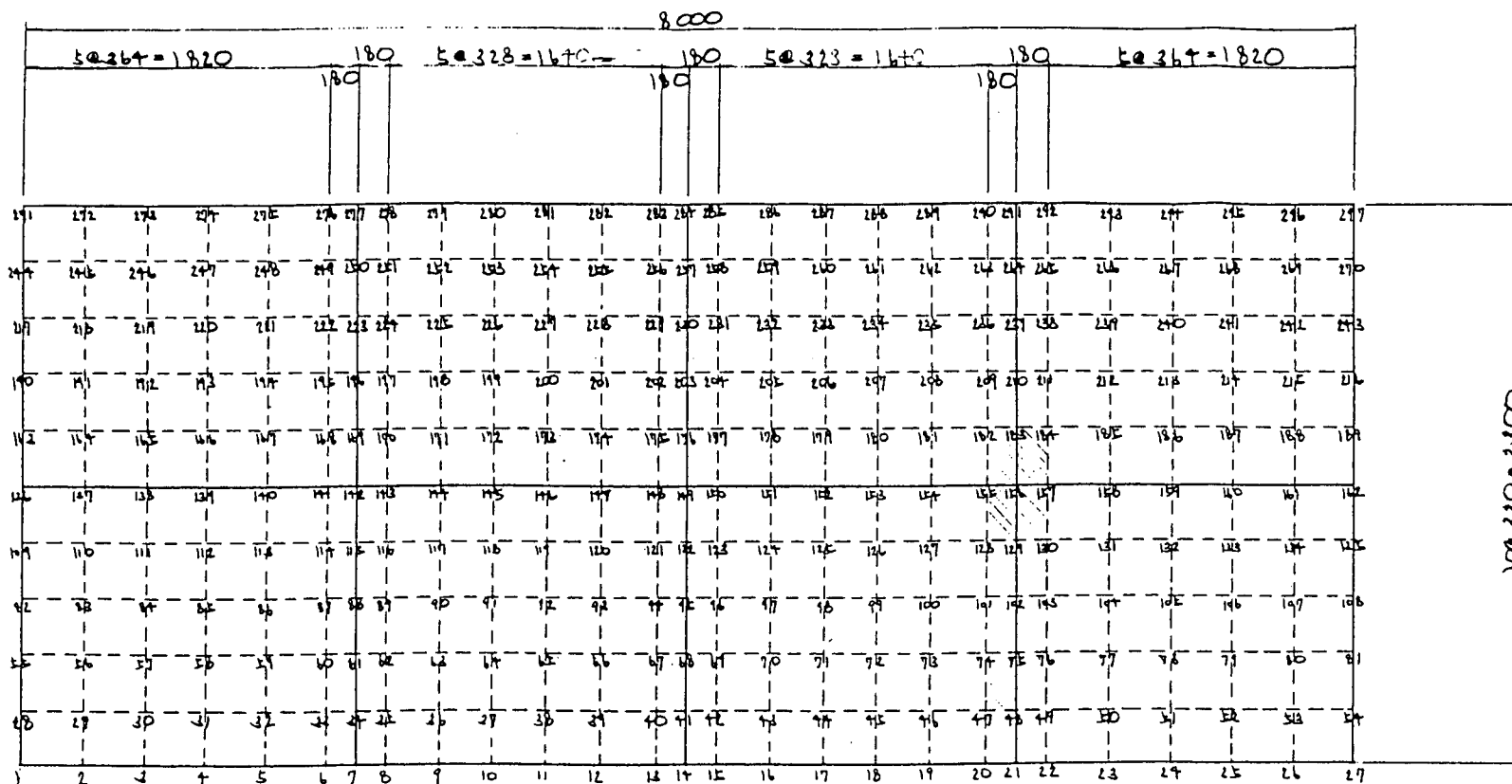
4-2) 車線間継手の処理

車線間継手は、連続版として計算を行っても不等沈下によりひび割れは生じないことがわかった。しかし、用心のために下図の様な構造とする。

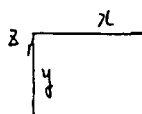


桜川橋床版解析モデル

(L/4点載荷)



--- 載荷位置

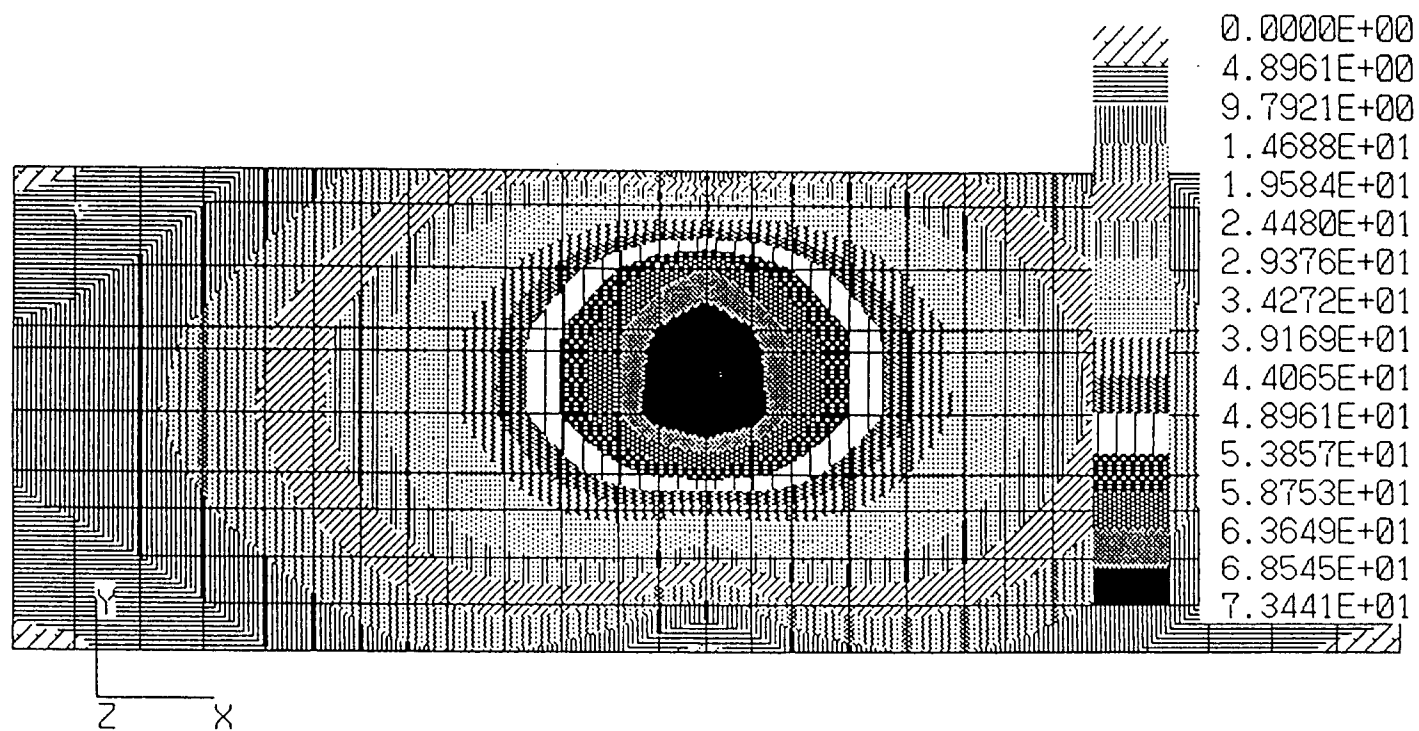


1. $L = 3.3$ m 単純支持応力図 (荷重載荷幅: 舗装厚 8 cm + 床版厚の $1/2 = 9$ cm)

活荷重載荷 ($P = 13.8$ t $\times$ 2 輪)

MSC/pal 2

MAJOR STRESS

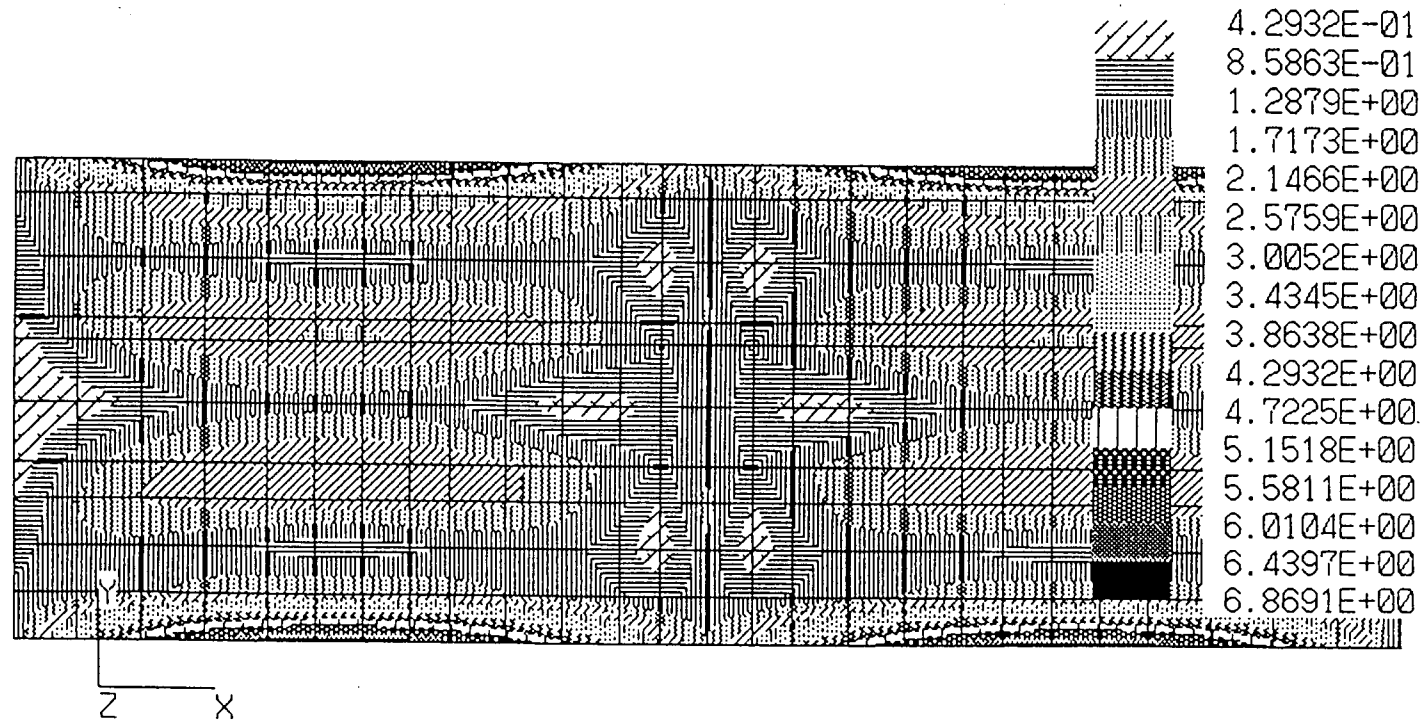


2. 縦桁増設連続床版応力図 (荷重載荷幅: 舗装厚 8 cm + 床版厚の 1/2 = 9 cm)

死荷重載荷 (床版 + 舗装 + 雪)

MSC/pal 2

MAJOR STRESS

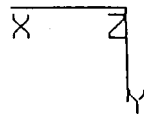
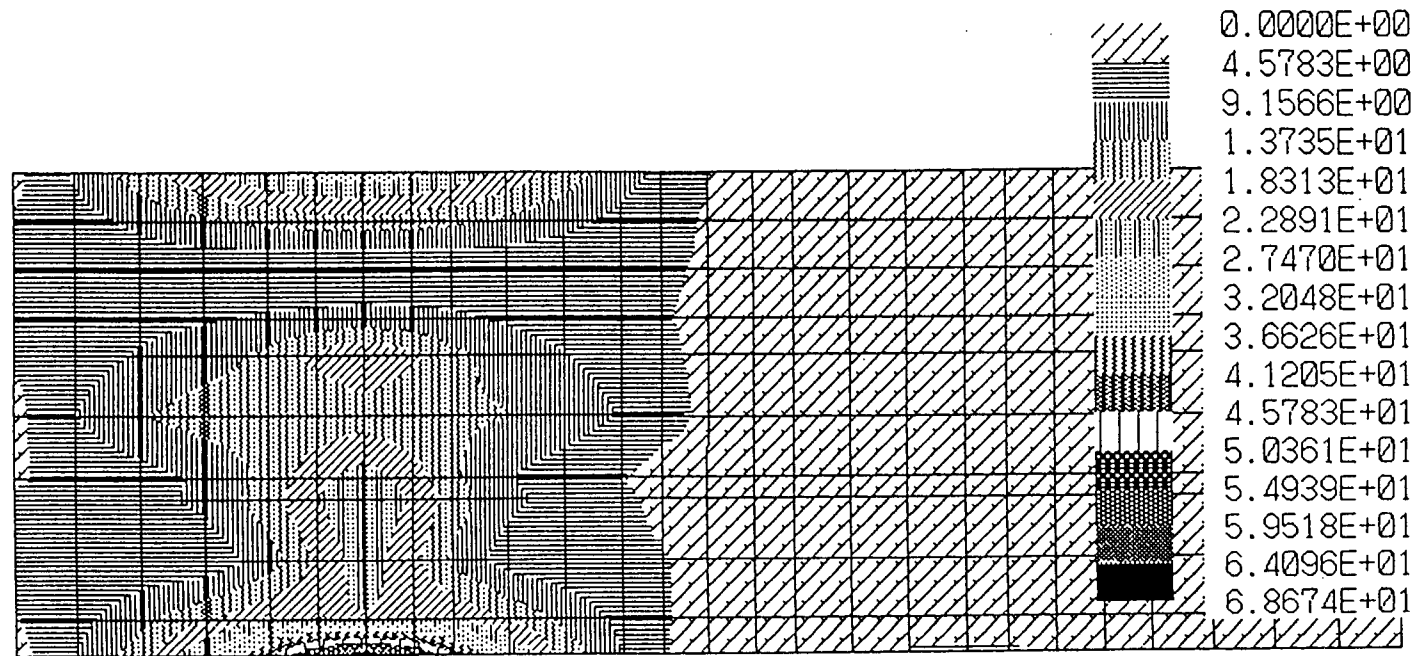


3. 縦桁増設連続床版応力図 (荷重載荷幅: 舗装厚 8 cm + 床版厚の $1/2 = 9$ cm)

活荷重載荷 ($P = 13.8 \text{ t} \times 2 \text{ 輪}$)

MSC/pal 2

MAJOR STRESS

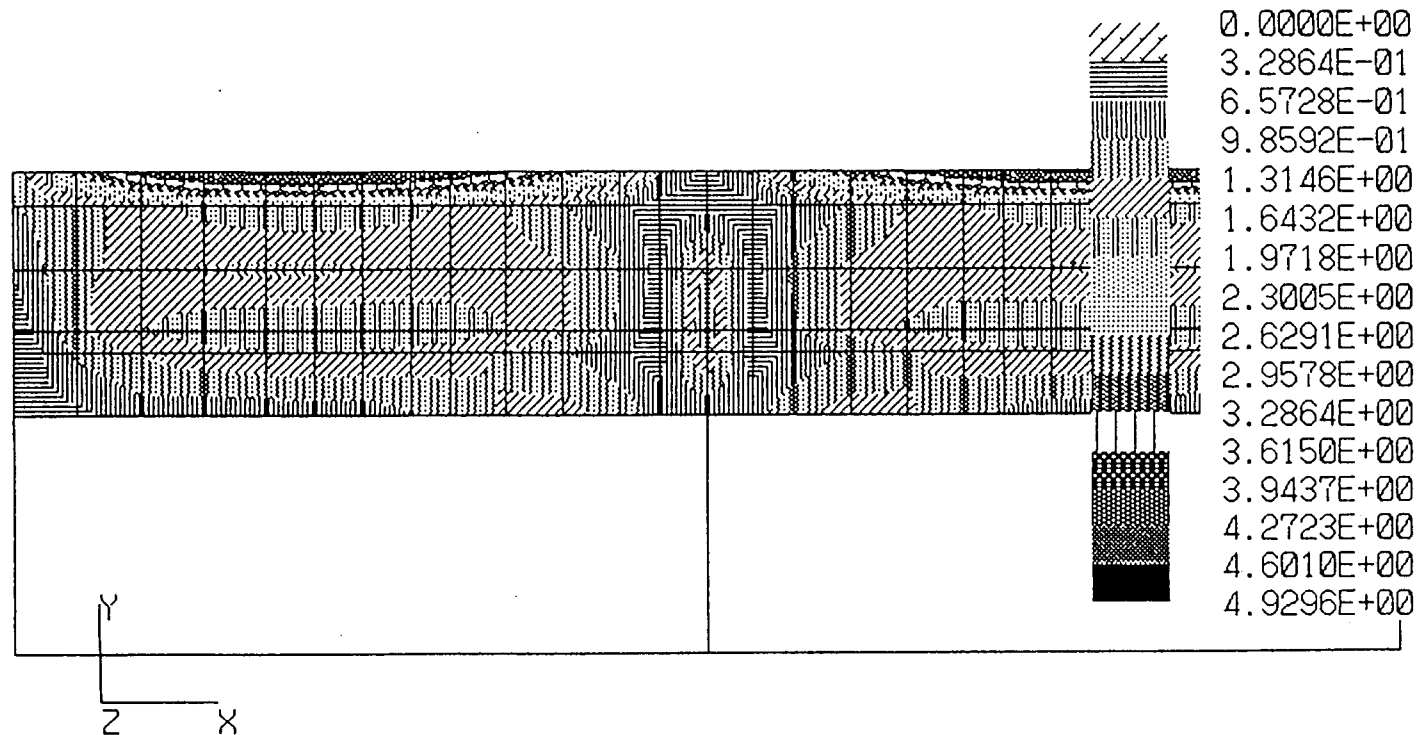


4. 縦桁増設片持ち床版応力図 (荷重載荷幅: 舗装厚 8 cm + 床版厚の $1/2 = 9$ cm)

死荷重載荷 (床版 + 舗装 + 雪)

MSC/pal 2

MAJOR STRESS

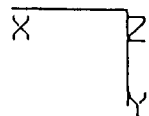
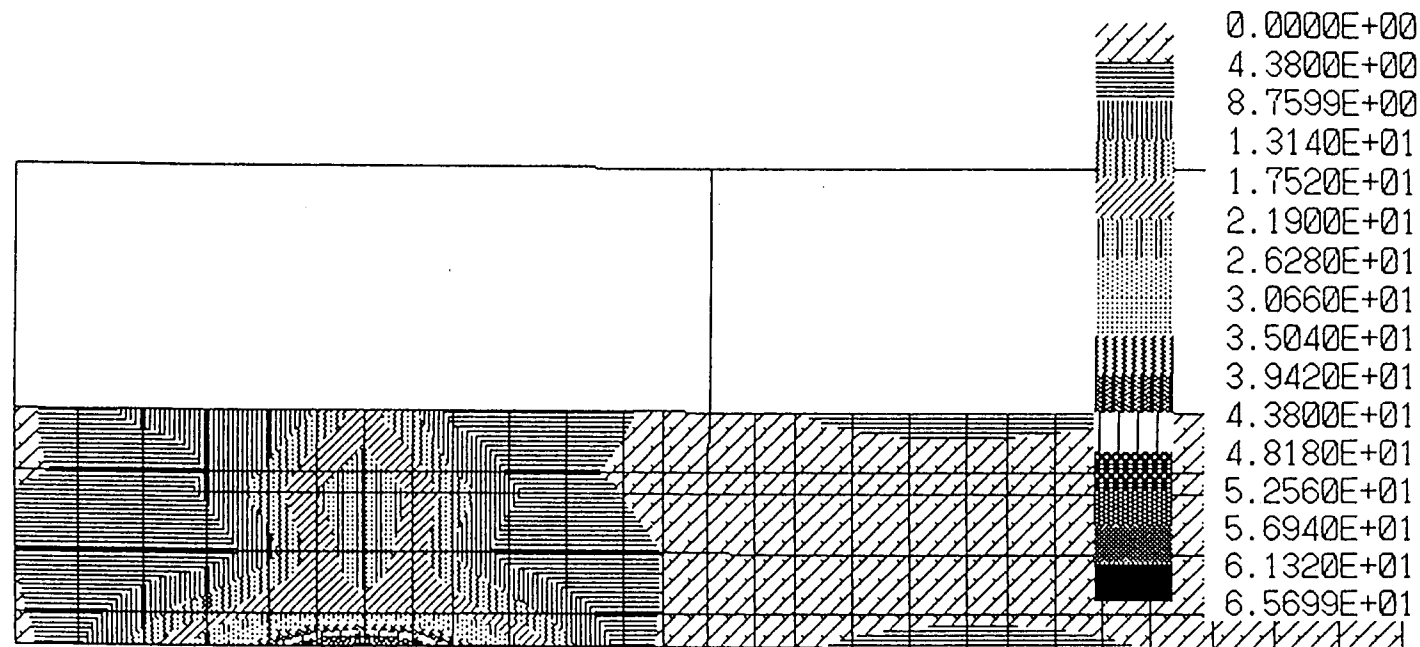


5. 縦桁増設片持ち床版応力図 (荷重載荷幅: 舗装厚 8 cm + 床版厚の $1/2 = 9$ cm)

活荷重載荷 (P = 13.8 t × 2 輪)

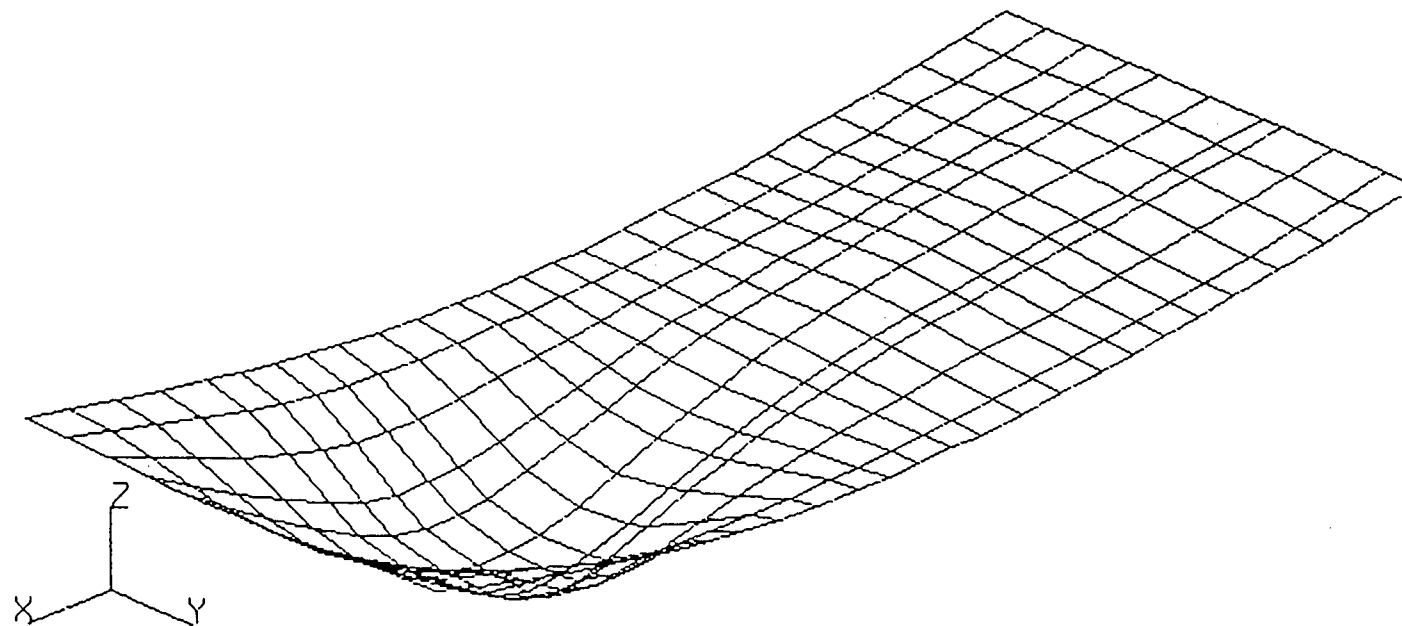
MSC/pal 2

MAJOR STRESS



6. 縦桁増設連続床版変形図

MSC/pal 2



3-3. 橋軸直角方向の設計

1) 設計条件

1-1) PC鋼より線

$\phi 12.7\text{mm}$ (SWPR7B)

① 断面積	A_{p0}	0.987	cm ²
② 重量	W	0.774	kg/m
③ 引張強度	σ_{pu}	19000	kgf/cm ²
④ 降伏強度	σ_{yu}	16000	kgf/cm ²

⑤ 許容応力度

(道示Ⅱコンクリート橋編 表-3.3.5)

* プレストレス導入時

$\sigma_{pia} =$	$0.9 \times \sigma_{yu}$	14400	kgf/cm ²
$<$	$0.8 \times \sigma_{pu}$	15200	kgf/cm ²

* プレストレス導入直後

$\sigma_{pta} =$	$0.7 \times \sigma_{pu}$	13300	kgf/cm ²
$<$	$0.85 \times \sigma_{yu}$	13600	kgf/cm ²

* 設計荷重時

$\sigma_{pta} =$	$0.6 \times \sigma_{pu}$	11400	kgf/cm ²
$<$	$0.75 \times \sigma_{yu}$	12000	kgf/cm ²

⑥ PC鋼より線のヤング係数 (道示Ⅰ共通編 表-3.3.1)

$E_p = 2.00\text{E}+06$ kgf/cm²

⑦ PC鋼より線の見かけのレラクセーション率

(道示Ⅰ 共通編 表-3.3.2)

(社)PC建協 JISによるPC桁橋設計製造便覧)

プレストレス導入時迄	$\gamma_1 =$	4	%
高温養生の影響	$\gamma_2 =$	2	%
プレストレス導入後	$\gamma_3 =$	5	%

1-2) 床版コンクリート

① 設計基準強度

$\sigma_{ck} = 500$ kgf/cm²

② コンクリートのヤング係数

(道示Ⅰ 共通編 表-3.3.3)

$E_c = 3.30\text{E}+05$ kgf/cm²

③ コンクリートのクリープ係数

(道示Ⅰ 共通編 表-2.1.8)

$\phi = 2.6$

④ プレストレス導入時の乾燥収縮度

(道示Ⅰ 共通編 表-2.1.9)

$\epsilon_s = 2.00\text{E}-04$

⑤ 許容曲げ圧縮応力度

(設計荷重時) $\sigma_{ca} = 170$ kgf/cm²

(プレストレス導入時) $\sigma_{ca} = 210$ kgf/cm²

⑥ 許容曲げ引張応力度

(設計荷重時) $\sigma_{ca} = 0$ kgf/cm²

(プレストレス導入時) $\sigma_{ca} = -18$ kgf/cm²

2) 床版各断面諸数値 (単位長さ当たり)

	タイプA					
	端部G1上	端部G2上	端部支間	中間G1上	中間G2上	中間支間部
長さ(cm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
上側箱抜き控除長(cm)	36.0	36.0	0.0	36.0	36.0	0.0
下側箱抜き控除長(cm)	28.0	28.0	0.0	28.0	28.0	0.0
厚さ t (cm)	20.1	22.7	21.4	20.1	22.7	18.0
床版重心位置(cm)	10.25	11.57	10.70	10.25	11.57	9.00
断面積(cm ² /m)	1,367	1,544	2,140	1,367	1,544	1,800
断面2次モーメント I (cm ⁴)	45,964	66,207	81,670	45,964	66,207	48,600
箱抜き控除断面係数 ZU1(cm ³)	4,486	5,721	7,633	4,486	5,721	5,400
箱抜き控除断面係数 ZL1(cm ³)	4,665	5,950	7,633	4,665	5,950	5,400
全断面係数 Z2(cm ³)	6,734	8,588	7,633	6,734	8,588	5,400
上側P C鋼材位置(cm)	5	5	5	5	5	5
上側P C鋼材本数(本)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
下側P C鋼材位置(cm)	6.26	5.55	5.91	7.1	9.7	5
下側P C鋼材本数(本)	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
P C鋼材の偏心量 e p(cm)	0.02	-0.61	-0.50	0.52	1.85	-0.73
	タイプB			タイプC		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
長さ(cm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
上側箱抜き控除長(cm)	31.5	31.5	0.0	27.0	27.0	0.0
下側箱抜き控除長(cm)	24.5	24.5	0.0	21.0	21.0	0.0
厚さ t (cm)	20.1	22.7	18.0	20.1	22.7	18.0
床版重心位置(cm)	10.21	11.53	9.00	10.18	11.50	9.00
断面積(cm ² /m)	1,447	1,634	1,800	1,528	1,725	1,800
断面2次モーメント I (cm ⁴)	48,685	70,127	48,600	51,404	74,043	48,600
箱抜き控除断面係数 ZU1(cm ³)	4,767	6,080	5,400	5,048	6,439	5,400
箱抜き控除断面係数 ZL1(cm ³)	4,924	6,280	5,400	5,183	6,611	5,400
全断面係数 Z2(cm ³)	6,734	8,588	5,400	6,734	8,588	5,400
上側P C鋼材位置(cm)	5	5	5	5	5	5
上側P C鋼材本数(本)	4	4	4	4	4	4
下側P C鋼材位置(cm)	7.1	9.7	5	7.1	9.7	5
下側P C鋼材本数(本)	7	7	7	7	7	7
P C鋼材の偏心量 e p(cm)	0.12	1.44	-1.09	0.09	1.41	-1.09
	タイプD			タイプE		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
長さ(cm)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
上側箱抜き控除長(cm)	22.5	22.5	0.0	18.0	18.0	0.0
下側箱抜き控除長(cm)	17.5	17.5	0.0	14.0	14.0	0.0
厚さ t (cm)	20.1	22.7	18.0	20.1	22.7	18.0
床版重心位置(cm)	10.15	11.47	9.00	10.13	11.44	9.00
断面積(cm ² /m)	1,608	1,816	1,800	1,688	1,907	1,800
断面2次モーメント I (cm ⁴)	54,120	77,955	48,600	56,833	81,864	48,600
箱抜き控除断面係数 ZU1(cm ³)	5,330	6,797	5,400	5,611	7,156	5,400
箱抜き控除断面係数 ZL1(cm ³)	5,442	6,941	5,400	5,700	7,270	5,400
全断面係数 Z2(cm ³)	6,734	8,588	5,400	6,734	8,588	5,400
上側P C鋼材位置(cm)	5	5	5	5	5	5
上側P C鋼材本数(本)	4	4	4	4	4	4
下側P C鋼材位置(cm)	7.1	9.7	5	7.1	9.7	5
下側P C鋼材本数(本)	7	7	7	7	7	7
P C鋼材の偏心量 e p(cm)	0.06	1.38	-1.09	0.04	1.35	-1.09

3) プレストレスの計算

3-1) PC鋼材の初期引張応力度の計算

① PC鋼材の初期緊張力 $\sigma_{piMAX} = 14400 \text{ kgf/cm}^2$

② 余裕量 $\delta s = -200 \text{ kgf/cm}^2$

③ セットロス

製作アバットの定着間隔 $L = 30 \text{ m}$

セット量 $\delta l = 3 \text{ mm}$

$\delta \sigma_{ps} = E_p \cdot \delta l / L = -200 \text{ kgf/cm}^2$

④ 温度補正

線膨張率 $\alpha = 1.00E-05 / \text{deg}$

温度差 $t = 60 \text{ deg}$

補正係数 $C = 0.22$

$\delta \sigma_{pt} = \alpha \cdot E_p \cdot t \cdot c = -264 \text{ kgf/cm}^2$

⑤ 最大初期緊張力 (Σ ①~④)

$\sigma_{pi} = 13736 \leq \sigma_{pia} = 14400$

3-2) 導入直後のPC鋼材の応力度

① レラクセーションによる減少量

$\delta \sigma_{pr} = \sigma_{pi} \cdot (\gamma_1 + \gamma_2) = 824 \text{ kgf/cm}^2$

② 弾性変形による減少量

$\delta \sigma_{ps} = n \cdot ((\sigma_{pi} - \delta \sigma_{pr}) \cdot A_p \cdot (1/A) + (e_p^2 / I) + (M_d \cdot e_p / I))$

n : ヤング係数比 6.06

A_p : PC鋼材の総断面積 $0.987 \times N$

M_d : 床版自重による曲げモーメント

e_p : PC鋼材の偏心率

	タイプA					
	端部G1上	端部G2上	端部支間	中間G1上	中間G2上	中間支間部
P C 鋼材の本数	11	11	11	11	11	11
P C 鋼材の総断面積 $A_p(\text{cm}^2)$	10.857	10.857	10.857	10.857	10.857	10.857
版自重曲げモーメント $M_{dl}(\text{tfm/m})$						
P C 鋼材の偏心量 $e_p(\text{cm})$	0.02	-0.61	-0.50	0.52	1.85	-0.73
ヤング係数比 n	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06
① δp_i (kgf/cm ²)	13736	13736	13736	13736	13736	13736
② δp_r (kgf/cm ²)	824	824	824	824	824	824
③ δp_s (kgf/cm ²)	622	555	400	627	594	481
導入直後のPC鋼材応力度						
$\delta p_t = ① - ② - ③$	12290	12357	12512	12285	12318	12431

≤ 13300

	タイプB			タイプC		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
P C 鋼材の本数	11	11	11	11	11	11
P C 鋼材の総断面積 $A_p(\text{cm}^2)$	10.857	10.857	10.857	10.857	10.857	10.857
版自重曲げモーメント $M_{dl}(\text{tfm/m})$						
P C 鋼材の偏心量 $e_p(\text{cm})$	0.12	1.44	-1.09	0.09	1.41	-1.09
ヤング係数比 n	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06
① δp_i (kgf/cm ²)	13736	13736	13736	13736	13736	13736
② δp_r (kgf/cm ²)	824	824	824	824	824	824
③ δp_s (kgf/cm ²)	587	545	493	556	515	493
導入直後のPC鋼材応力度						
$\delta p_t = ① - ② - ③$	12325	12367	12419	12356	12397	12419

≤ 13300

	タイプD			タイプE		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
P C 鋼材の本数	11	11	11	11	11	11
P C 鋼材の総断面積 $A_p(\text{cm}^2)$	10.857	10.857	10.857	10.857	10.857	10.857
版自重曲げモーメント $M_{dl}(\text{tfm/m})$						
P C 鋼材の偏心量 $e_p(\text{cm})$	0.06	1.38	-1.09	0.04	1.35	-1.09
ヤング係数比 n	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06	6.06
① δp_i (kgf/cm ²)	13736	13736	13736	13736	13736	13736
② δp_r (kgf/cm ²)	824	824	824	824	824	824
③ δp_s (kgf/cm ²)	528	489	493	503	464	493
導入直後のPC鋼材応力度						
$\delta p_t = ① - ② - ③$	12383	12423	12419	12409	12447	12419

≤ 13300

3-3) 有効プレストレス

① レラクセーションによる減少量

$$\delta \sigma_{pr3} = \sigma_{pt} \cdot \gamma_3$$

γ_3 : 導入後のレラクセーション 5.0 %

② クリープ・乾燥収縮による減少量

$$\delta \sigma_{p\phi} = \frac{n \cdot \phi \cdot (\sigma_{cpt} + \sigma_{dg}) + E_p \cdot \epsilon_s}{1 + n \cdot (\sigma_{cpt} / \sigma_{pt}) \cdot (1 + \phi / 2)}$$

E_p : PC鋼材の弾性係数 2.00E+06 kgf/cm²

n : ヤング係数比 6.06

ϕ : クリープ係数 2.6

ϵ_s : コンクリートの乾燥収縮度 2.00E-04

$$\sigma_{cpt} = \sigma_{pt} \cdot A_p \cdot ((1/A) + (e_p^2/I))$$

$$\sigma_{dg} = -M_d \cdot e_p / I$$

σ_{cpt} : PC鋼材図心位置の導入直後のプレストレス

σ_{dg} : PC鋼材図心位置の全死荷重による応力度

	タイプA					
	端部G1上	端部G2上	端部支間	中間G1上	中間G2上	中間支間部
① δpt (kgf/cm ²)	12290	12357	12512	12285	12318	12431
② $\delta \delta pr3$ (kgf/cm ²)	615	618	626	614	616	622
δcpt	98	88	64	98	94	76
全死荷重モーメント $Md2(tfm/m)$						
δdg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
③ $\delta \delta p\phi$ (kgf/cm ²)	1745	1621	1313	1754	1791	1478
有効引張応力度 (kgf/cm ²)						
④ $\delta pe = ① - ② - ③$	9931	10118	10573	9917	9911	10331
有効引張力 $P e$ (kgf)	107816	109850	114795	107666	107600	112165
有効プレストレス (kgf/cm ²)						
δpcu	79.4	59.5	46.1	91.2	104.4	47.2
δpcl	78.3	82.4	61.1	66.8	36.3	77.4

≦11400

	タイプB			タイプC		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
① δpt (kgf/cm ²)	12325	12367	12419	12356	12397	12419
② $\delta \delta pr3$ (kgf/cm ²)	616	618	621	618	620	621
δcpt	93	86	78	88	82	78
全死荷重モーメント $Md2(tfm/m)$						
δdg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
③ $\delta \delta p\phi$ (kgf/cm ²)	1682	1602	1501	1623	1544	1501
有効引張応力度 (kgf/cm ²)						
④ $\delta pe = ① - ② - ③$	10027	10147	10297	10115	10232	10297
有効引張力 $P e$ (kgf)	108859	110162	111799	109814	111093	111799
有効プレストレス (kgf/cm ²)						
δpcu	78.0	93.5	39.5	73.9	88.7	39.5
δpcl	72.5	42.1	84.7	70.0	40.7	84.7

≦11400

	タイプD			タイプE		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
① δpt (kgf/cm ²)	12383	12423	12419	12409	12447	12419
② $\delta \delta pr3$ (kgf/cm ²)	619	621	621	620	622	621
δcpt	84	78	78	80	74	78
全死荷重モーメント $Md2(tfm/m)$						
δdg	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
③ $\delta \delta p\phi$ (kgf/cm ²)	1570	1492	1501	1521	1445	1501
有効引張応力度 (kgf/cm ²)						
④ $\delta pe = ① - ② - ③$	10194	10310	10297	10267	10380	10297
有効引張力 $P e$ (kgf)	110680	111935	111799	111470	112700	111799
有効プレストレス (kgf/cm ²)						
δpcu	70.2	84.3	39.5	66.8	80.4	39.5
δpcl	67.5	39.4	84.7	65.3	38.2	84.7

≦11400

4) 曲げ応力度の照査

*活荷重は、箱抜き部にコンクリート打設後載荷されるため全断面有効として計算する。

	タイプA					
	端部G1上	端部G2上	端部支間	中間G1上	中間G2上	中間支間部
死荷重曲げモーメント (tfm/m)	-0.27	-0.27	0.69	-0.27	-0.27	0.69
活荷重曲げモーメント (tfm/m)	-3.55	-3.55	3.29	-3.55	-3.55	3.29
6 Dcu (kgf/cm ²)	-6.0	-4.7	9.0	-6.0	-4.7	12.8
6 Dcl (kgf/cm ²)	6.0	4.7	-9.0	6.0	4.7	-12.8
6 Lcu (kgf/cm ²)	-52.7	-41.3	43.1	-52.7	-41.3	60.9
6 Lcl (kgf/cm ²)	52.7	41.3	-43.1	52.7	41.3	-60.9
6 (D+L)cu (kgf/cm ²)	-58.7	-46.1	52.1	-58.7	-46.1	73.7
6 (D+L)cl (kgf/cm ²)	58.7	46.1	-52.1	58.7	46.1	-73.7
ブレストレスによる応力度						
6 Pcu (kgf/cm ²)	79.4	59.5	46.1	91.2	104.4	47.2
6 Pcl (kgf/cm ²)	78.3	82.4	61.1	66.8	36.3	77.4
合成応力度						
6 cu (kgf/cm ²)	20.7	13.5	98.3	32.5	58.4	120.9
6 cl (kgf/cm ²)	137.1	128.4	9.0	125.5	82.4	3.7

	タイプB			タイプC		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
死荷重曲げモーメント (tfm/m)	-0.27	-0.27	0.69	-0.27	-0.27	0.69
活荷重曲げモーメント (tfm/m)	-3.55	-3.55	3.29	-3.55	-3.55	3.29
6 Dcu (kgf/cm ²)	-5.7	-4.4	12.8	-5.3	-4.2	12.8
6 Dcl (kgf/cm ²)	5.7	4.4	-12.8	5.3	4.2	-12.8
6 Lcu (kgf/cm ²)	-52.7	-41.3	60.9	-52.7	-41.3	60.9
6 Lcl (kgf/cm ²)	52.7	41.3	-60.9	52.7	41.3	-60.9
6 (D+L)cu (kgf/cm ²)	-58.4	-45.8	73.7	-58.1	-45.5	73.7
6 (D+L)cl (kgf/cm ²)	58.4	45.8	-73.7	58.1	45.5	-73.7
ブレストレスによる応力度						
6 Pcu (kgf/cm ²)	78.0	93.5	39.5	73.9	88.7	39.5
6 Pcl (kgf/cm ²)	72.5	42.1	84.7	70.0	40.7	84.7
合成応力度						
6 cu (kgf/cm ²)	19.6	47.8	113.2	15.8	43.2	113.2
6 cl (kgf/cm ²)	130.9	87.9	11.0	128.0	86.3	11.0

	タイプD			タイプE		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
死荷重曲げモーメント (tfm/m)	-0.27	-0.27	0.69	-0.27	-0.27	0.69
活荷重曲げモーメント (tfm/m)	-3.55	-3.55	3.29	-3.55	-3.55	3.29
6 Dcu (kgf/cm ²)	-5.1	-4.0	12.8	-4.8	-3.8	12.8
6 Dcl (kgf/cm ²)	5.1	4.0	-12.8	4.8	3.8	-12.8
6 Lcu (kgf/cm ²)	-52.7	-41.3	60.9	-52.7	-41.3	60.9
6 Lcl (kgf/cm ²)	52.7	41.3	-60.9	52.7	41.3	-60.9
6 (D+L)cu (kgf/cm ²)	-57.8	-45.3	73.7	-57.5	-45.1	73.7
6 (D+L)cl (kgf/cm ²)	57.8	45.3	-73.7	57.5	45.1	-73.7
ブレストレスによる応力度						
6 Pcu (kgf/cm ²)	70.2	84.3	39.5	66.8	80.4	39.5
6 Pcl (kgf/cm ²)	67.5	39.4	84.7	65.3	38.2	84.7
合成応力度						
6 cu (kgf/cm ²)	12.4	39.0	113.2	9.3	35.2	113.2
6 cl (kgf/cm ²)	125.3	84.7	11.0	122.8	83.3	11.0

5) 終局荷重作用時の曲げ破壊安全度の照査

5-1) 終局荷重作用時の曲げモーメント

	タイプA					
	端部G1上	端部G2上	端部支間	中間G1上	中間G2上	中間支間部
① $1.3 \times M_d + 2.5 \times M_l$	-9.23	-9.23	9.12	-9.23	-9.23	9.12
② $1.7 \times (M_d + M_l)$	-6.49	-6.49	6.77	-6.49	-6.49	6.77
③ M_u	-9.23	-9.23	9.12	-9.23	-9.23	9.12
	タイプB			タイプC		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
① $1.3 \times M_d + 2.5 \times M_l$	-9.23	-9.23	9.12	-9.23	-9.23	9.12
② $1.7 \times (M_d + M_l)$	-6.49	-6.49	6.77	-6.49	-6.49	6.77
③ M_u	-9.23	-9.23	9.12	-9.23	-9.23	9.12
	タイプD			タイプE		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
① $1.3 \times M_d + 2.5 \times M_l$	-9.23	-9.23	9.12	-9.23	-9.23	9.12
② $1.7 \times (M_d + M_l)$	-6.49	-6.49	6.77	-6.49	-6.49	6.77
③ M_u	-9.23	-9.23	9.12	-9.23	-9.23	9.12

5-2) 断面の中立軸位置の推定値

終局状態における上縁から中立軸までの距離 x_l は、引張側の P C 鋼材が降伏しているものと仮定し、次式で推定する。

推定値を用いて、圧縮力 C = 引張力 T が成立するまで繰り返し計算を行い、正しい中立軸の深さ x を求める。なお、上段 P C 鋼材は図心近くであるため無視する。

$$x_l = \frac{0.93 \times \sigma_{pu} \times N_l \times A_{p0}}{0.8 \times b \times 0.85 \times \sigma_{ck}}$$

	タイプA					
	端部G1上	端部G2上	端部支間	中間G1上	中間G2上	中間支間部
σ_{pu} (kgf/cm ²)	19000	19000	19000	19000	19000	19000
N_l (本)	4.5	4.5	6.5	4.5	4.5	6.5
A_{p0} (cm ²)	0.987	0.987	0.987	0.987	0.987	0.987
b (cm)	100	100	100	100	100	100
σ_{ck} (kgf/cm ²)	500	500	500	500	500	500
x_l (cm)	2.308	2.308	3.334	2.308	2.308	3.334
	タイプB			タイプC		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
σ_{pu} (kgf/cm ²)	19000	19000	19000	19000	19000	19000
N_l (本)	4	4	7	4	4	7
A_{p0} (cm ²)	0.987	0.987	0.987	0.987	0.987	0.987
b (cm)	100	100	100	100	100	100
σ_{ck} (kgf/cm ²)	500	500	500	500	500	500
x_l (cm)	2.052	2.052	3.591	2.052	2.052	3.591
	タイプD			タイプE		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
σ_{pu} (kgf/cm ²)	19000	19000	19000	19000	19000	19000
N_l (本)	4	4	7	4	4	7
A_{p0} (cm ²)	0.987	0.987	0.987	0.987	0.987	0.987
b (cm)	100	100	100	100	100	100
σ_{ck} (kgf/cm ²)	500	500	500	500	500	500
x_l (cm)	2.052	2.052	3.591	2.052	2.052	3.591

5-3) PC鋼材の引張応力度

引張側PC鋼材のひずみ ϵ_{pl} は、相似の関係から次のように求まる。

$$\epsilon_{pl} = \frac{d-x}{x} \cdot \epsilon_{cu} + \epsilon_{pe}$$

d : コンクリート圧縮縁から引張PC鋼材までの距離

ϵ_{cu} : コンクリートの終局ひずみ = $3.50E-03$

ϵ_{pe} : 有効プレストレス力によるPC鋼材のひずみ
= σ_{pe} / E_p

$$0.84 \cdot \sigma_{pu} = 15960 \text{ kgf/cm}^2 \quad \epsilon_{pu} = 7.980E-03$$

$$0.93 \cdot \sigma_{pu} = 17670 \text{ kgf/cm}^2 \quad \epsilon_{pu} = 1.500E-02$$

	タイプA					
	端部G1上	端部G2上	端部支間	中間G1上	中間G2上	中間支間部
d (cm)	15.1	17.7	13.8	15.1	17.7	13.0
x l (cm)	2.308	2.308	3.334	2.308	2.308	3.334
x (cm)	2.308	2.308	3.334	2.308	2.308	3.334
ϵ_{cu}	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$
ϵ_{pe}	$4.97E-03$	$5.06E-03$	$5.29E-03$	$4.96E-03$	$4.96E-03$	$5.17E-03$
ϵ_{pl}	$2.44E-02$	$2.84E-02$	$1.63E-02$	$2.44E-02$	$2.83E-02$	$1.53E-02$
C (kgf)	78481	78481	113362	78481	78481	113362
T (kgf)	78481	78481	113362	78481	78481	113362
ϵ_{pl} の応力ゾーン	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$
σ_{pl}	17670	17670	17670	17670	17670	17670
	タイプB			タイプC		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
d (cm)	15.1	17.7	13.0	15.1	17.7	13.0
x l (cm)	2.052	2.052	3.591	2.052	2.052	3.591
x (cm)	2.052	2.052	3.562	2.052	2.052	3.562
ϵ_{cu}	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$
ϵ_{pe}	$5.01E-03$	$5.07E-03$	$5.15E-03$	$5.06E-03$	$5.12E-03$	$5.15E-03$
ϵ_{pl}	$2.73E-02$	$3.18E-02$	$1.44E-02$	$2.73E-02$	$3.18E-02$	$1.44E-02$
C (kgf)	69761	69761	121110	69761	69761	121110
T (kgf)	69761	69761	121110	69761	69761	121110
ϵ_{pl} の応力ゾーン	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$\leq 0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$\leq 0.93 \sigma_{pu}$
σ_{pl}	17670	17670	17529	17670	17670	17529
	タイプD			タイプE		
	G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
d (cm)	15.1	17.7	13.0	15.1	17.7	13.0
x l (cm)	2.052	2.052	3.591	2.052	2.052	3.591
x (cm)	2.052	2.052	3.562	2.052	2.052	3.562
ϵ_{cu}	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$	$3.50E-03$
ϵ_{pe}	$5.10E-03$	$5.15E-03$	$5.15E-03$	$5.13E-03$	$5.19E-03$	$5.15E-03$
ϵ_{pl}	$2.74E-02$	$3.18E-02$	$1.44E-02$	$2.74E-02$	$3.19E-02$	$1.44E-02$
C (kgf)	69761	69761	121110	69761	69761	121110
T (kgf)	69761	69761	121110	69761	69761	121110
ϵ_{pl} の応力ゾーン	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$\leq 0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$>0.93 \sigma_{pu}$	$\leq 0.93 \sigma_{pu}$
σ_{pl}	17670	17670	17529	17670	17670	17529

5-4) 破壊抵抗曲げモーメント

		タイプA					
		端部G1上	端部G2上	端部支間	中間G1上	中間G2上	中間支間部
① 終局曲げモーメント	Mu	9.226	9.226	9.122	9.226	9.226	9.122
② 破壊抵抗曲げモーメント	Mr	11.126	13.167	14.177	11.126	13.167	13.225
③ 安全率F	②／①	1.21	1.43	1.55	1.21	1.43	1.45
判定		(OK)	(OK)	(OK)	(OK)	(OK)	(OK)

		タイプB			タイプC		
		G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
① 終局曲げモーメント	M_u	9.226	9.226	9.122	9.226	9.226	9.122
② 破壊抵抗曲げモーメント	M_r	9.961	11.775	14.019	9.961	11.775	14.019
③ 安全率F	②/①	1.08	1.28	1.54	1.08	1.28	1.54
判定		(OK)	(OK)	(OK)	(OK)	(OK)	(OK)

		タイプD			タイプE		
		G1上	G2上	支間部	G1上	G2上	支間部
① 終局曲げモーメント	M_u	9.226	9.226	9.122	9.226	9.226	9.122
② 破壊抵抗曲げモーメント	M_r	9.961	11.775	14.019	9.961	11.775	14.019
③ 安全率F	②/①	1.08	1.28	1.54	1.08	1.28	1.54
判定		(OK)	(OK)	(OK)	(OK)	(OK)	(OK)

3-4. 橋軸方向の設計

1) 設計条件

1.1) P C 鋼より線 P C 鋼より線 Φ 21.8 (19 本 より)

- ① 断面積 $A_p = 3.129(\text{cm}^2)$
- ② 重量 $W_1 = 2.482(\text{kgf/m})$
- ③ 引張強度 $\sigma_{pu} = 18500 \text{ kgf/cm}^2$
- ④ 降伏強度 $\sigma_{yu} = 16000 \text{ kgf/cm}^2$
- ⑤ 許容応力度

(道示 II コンクリート橋編 表-3.3.5)

* プレストレス導入時

$$\sigma_{pia} = 0.9 \times \sigma_{yu} = 14400 \text{ kgf/cm}^2$$
$$(< 0.80 \times \sigma_{pu} = 14800 \text{ kgf/cm}^2)$$

* プレストレス導入直後

$$\sigma_{pta} = 0.7 \times \sigma_{pu} = 12950 \text{ kgf/cm}^2$$
$$(< 0.85 \times \sigma_{yu} = 13600 \text{ kgf/cm}^2)$$

* 設計荷重時

$$\sigma_{pea} = 0.6 \times \sigma_{pu} = 11100 \text{ kgf/cm}^2$$
$$(< 0.75 \times \sigma_{yu} = 12000 \text{ kgf/cm}^2)$$

⑥ 使用シース $D_s = 38 \text{ mm}$

⑦ P C 鋼より線のヤング係数 (道示 I 共通編 表-3.3.1)

$$E_p = 2.00 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$$

⑧ P C 鋼より線の見かけのリラクセーション率 (道示 I 共通編 表-3.3.2)

$$\gamma = 5.0 \%$$

⑨ P C 鋼線の使用本数 $N = 8 \text{ 本}$

1.2) 床版コンクリート

① 設計基準強度

$$\sigma_{ck} = 500 \text{ kgf/cm}^2$$

② コンクリートのヤング係数 (道示 I 共通編 表-3.3.3)

$$E_c = 3.30 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$$

- ③ コンクリートのクリープ係数 (道示 I 共通編 表-2.1.8)

$$\phi = 1.6$$

- ④ プレストレス導入時の乾燥収縮度 (道示 I 共通編 表-2.1.9)

$$\varepsilon_s = 17 \times 10^{-5}$$

- ⑤ 許容曲げ圧縮応力度

$$\sigma_{ca} = 170 \text{ kgf/cm}^2$$

- ⑥ 許容曲げ引張応力度 (道示 III コンクリート橋 表-3.3.2)

$$\sigma_{ta} = 0 \text{ kgf/cm}^2$$

2) 断面、その他諸元

- | | | |
|-------------------------|--------|--|
| ① 床版厚さ | | $t = 18.0 \text{ cm}$ |
| ② 断面積 | (全断面) | $A_c = 5940 \text{ cm}^2$ |
| ③ 断面 2 次モーメント | (全断面) | $I = 160000 \text{ cm}^4$ |
| ④ 中立軸 | (全断面) | $X_1 = 9.00 \text{ cm}$ |
| ⑤ 断面 2 次モーメント | (設計断面) | $I_1 = 48600 \text{ cm}^4$ |
| ⑥ 中立軸 | (設計断面) | $X_2 = 9.00 \text{ cm}$ |
| ⑦ 鋼材位置 | | $Y = 9.50 \text{ cm}$ |
| ⑧ P C 鋼材の緊張端から設計断面までの長さ | | $L = 29.990 \text{ m}$ |
| ⑨ P C 鋼材の初期緊張力 (緊張端) | | $P_1 = 40.500 \text{ tf}$ |
| | | $P_1 < P_k = \sigma_{p1a} \times A_p \div 1000$ $= 14400 \times 3.129 \div 1000 = 45.058 \text{ tf}$ |
| ⑩ 活荷重曲げモーメント | | $M_y = 2.632 \text{ tf} \cdot \text{m}$ |

3) 引張力の損失量の計算

3.1) P C 鋼材とシースとの摩擦による損失の計算

P_x (設計断面における P C 鋼材の引張力)

$$P_x = P_1 \times e^{(-\lambda \cdot L)} = 35.922 \text{ tf}$$

$\lambda = 0.0040$ (P C 鋼材の長さ 1 m 当りの摩擦係数)

* 損失量 ΔP_x

$$\Delta P_x = P_1 - P_x = 40.500 - 35.922 = 4.578 \text{ tf}$$

3.2) P C 鋼線の伸び量の計算 (ΔL)

$$\Delta L = \frac{P_1 \times L \times \{1 + e^{-\lambda \cdot L}\}}{2 \times E_p \times A_p}$$

$$= \frac{40.500 \times 29.990 \times 10^3 \times \{1 + e^{-0.0040 \times 29.990}\}}{2 \times 2.00 \times 10^6 \times 3.129}$$

$$= 183 \text{ mm} \quad (\text{両引きの場合は } 2 \times 183 = 366 \text{ mm})$$

$E_p = 2.00 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$: P C 鋼線のヤング係数
 $A_p = 3.129 \text{ cm}^2$: P C 鋼より線の断面積

3.3) P C 鋼線の「定着具のすべり等」による損失量 (ΔP_{set}) の計算

δ_{set} : 4.0 mm : セット量

「定着具のすべり等」による損失量 ΔP_{set} とその影響を受ける P 位置までの長さ L_1 を求める

* $L > L_1$ のとき

$$2 \cdot P_1 \{1/\lambda - e^{-\lambda \cdot L_1}\} \cdot (1/\lambda + L_1) - \delta_{set} \cdot E_p \cdot A_p = 0 \quad (1)$$

上式より L_1 を求めれば、次式より ΔP_{set} が得られる。

$$\Delta P_{set} = 2 \cdot P_1 \{1 - e^{-\lambda \cdot L_1}\} \quad \text{-----} \quad (2)$$

* $L_1 > L$ のとき

L_1 を (1) 式より求め、 $L_1 > L$ であれば (3) 式より ΔP_{set} を求める

$$\Delta P_{set} = \frac{\delta_{set} \cdot E_p \cdot A_p + 2 \cdot P_1 \{1/\lambda (e^{-\lambda \cdot L} - 1) + L\}}{L} \quad \text{-----} \quad (3)$$

(1) 式より L_1 を求める。

$$2 \cdot P_1 \{1/\lambda - e^{-\lambda \cdot L_1}\} \cdot (1/\lambda + L_1) - \delta_{set} \cdot E_p \cdot A_p = 0$$

$$L_1 = 12.642 \text{ m} < L = 29.990 \text{ m}$$

この場合は $L_1 < L$ なので (2) 式より ΔP_{set} を求める

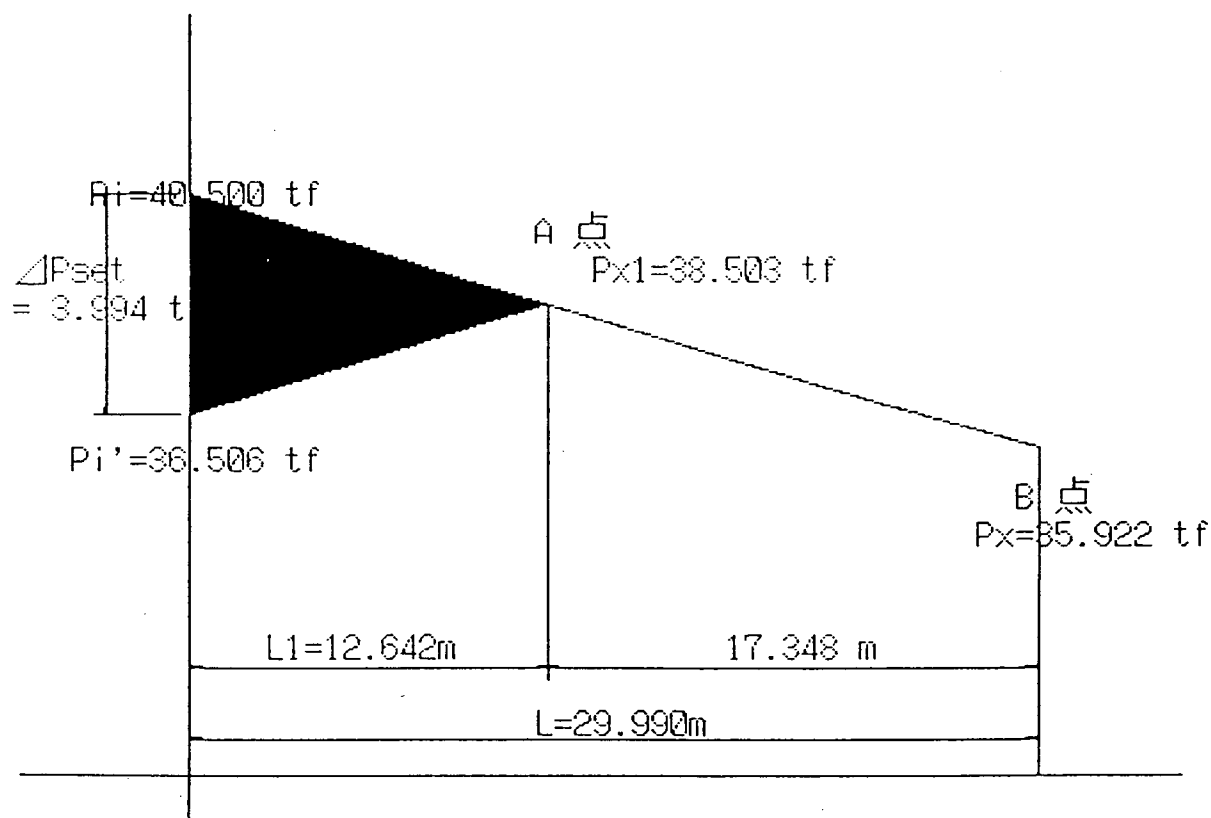
$$\Delta P_{set} = 2 \cdot P_1 \{1 - e^{-\lambda \cdot L_1}\} = 3.994 \text{ tf}$$

$$P_1' = P_1 - \Delta P_{set} = 40.500 - 3.994 = 36.506 \text{ tf}$$

* セットの影響が終わる位置での P C 鋼より線の張力

$$P_{x1} = P_1 \times e^{(-\lambda \times L_1)} = 38.503 \text{ tf}$$

* 従って P C 鋼線定着後の緊張力分布は次の図のようになる。



P C 鋼線定着後の緊張力分布図

以後の計算は A 点、B 点について行う。

3.4) コンクリートの弾性変形による損失の計算

$$\Delta \sigma_p = n \cdot \frac{\sigma_{cpy} \cdot (N-1)}{2 \cdot N}$$

N: P C 鋼材の緊張回数 (P C ケーブル本数) 8 本

$$n = \frac{E_p}{E_c} = 6.06$$

E_p : P C 鋼材のヤング係数 $2.00 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$

E_c : コンクリートのヤング係数 $3.30 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$

σ_{cpy} : プレストレッシングによる P C 鋼材の図心位置での
コンクリートの応力度

A_c : 断面の全断面積 5940 cm^2

I: 断面 2 次モーメント (全断面) 160000 cm^4

Y_p : P C 鋼材の偏心量 $Y_p = X_1 - Y = 9.00 - 9.50$
 $= -0.50 \text{ cm}$

A 点

$$P_x = 38503 \times 8 = 308024 \text{ kgf}$$

$$M_p = 308024 \times (-0.50) = -154012 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{cpy} &= -\frac{P_x}{A_c} + \frac{M_p \cdot Y_p}{I} \\ &= \frac{308024}{5940} + \frac{-154012 \times (-0.50)}{160000} = 52.3 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_p &= n \cdot \frac{\sigma_{cpy} \cdot (N-1)}{2 \cdot N} \\ &= 6.06 \times \frac{52.3 \times (8-1)}{2 \times 8} = 139 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

B 点

$$P_x = 35922 \times 8 = 287376 \text{ kgf}$$

$$M_p = 287376 \times (-0.50) = -143688 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{cpy} &= -\frac{P_x}{A_c} + \frac{M_p \cdot Y_p}{I} \\ &= \frac{287376}{5940} + \frac{-143688 \times (-0.50)}{160000} = 48.8 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_p &= n \cdot \frac{\sigma_{cpy} \cdot (N-1)}{2 \cdot N} \\ &= 6.06 \times \frac{48.8 \times (8-1)}{2 \times 8} = 129 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

4) プレストレッシング導入直後の P C 鋼材の応力度の照査

A 点

$$\sigma_{pt} = \frac{38503}{3.129} - 139 = 12166 \text{ kgf/cm}^2$$

$$< \sigma_{pta} = 12950 \text{ kgf/cm}^2$$

B 点

$$\sigma_{pt} = \frac{35922}{3.129} - 129 = 11351 \text{ kgf/cm}^2$$

$$< \sigma_{pta} = 12950 \text{ kgf/cm}^2$$

5) コンクリートのクリープ及び乾燥収縮による損失量

$$\Delta \sigma_{p\phi} = \frac{n \cdot \phi \cdot \sigma_{cp} + E_p \cdot \epsilon_s}{1 + \frac{n \cdot \sigma_{cp} \cdot (1 + \frac{\phi}{2})}{\sigma_{pt}}}$$

$\Delta \sigma_{p\phi}$: コンクリートのクリープ及び乾燥収縮による P C 鋼材の応力度の減少量 (kgf/cm²)

ϕ : コンクリートのクリープ係数 $\phi = 1.6$

ϵ_s : コンクリートの乾燥収縮度 $\epsilon_s = 17.0 \times 10^{-6}$

n : ヤング係数比 $n = 6.06$

σ_{cp} : P C 鋼材位置におけるコンクリート断面の持続荷重による応力度 (kgf/cm²)

σ_{cpt} : P C 鋼材位置におけるプレストレッシング直後の P C 鋼材の引張応力度 (kgf/cm²)

$\sigma_{cp} = \sigma_{cd} + \sigma_{cpt} = \sigma_{cpt}$ (但し、 $\sigma_{cd} = 0$)

$$\sigma_{cpt} = -\frac{P_x}{A_c} + \frac{M_p \cdot Y_p}{I}$$

A_c : 断面の全断面積 5940 cm²

I : 断面 2 次モーメント (全断面) 160000 cm⁴

6) P C 鋼材のレラクセーションによる損失量の計算

$$\Delta \sigma_{p\gamma} = \gamma \cdot \sigma_{pt}$$

$\Delta \sigma_{p\gamma}$: P C 鋼材のレラクセーションによる P C 鋼材の
引張応力度の減少量 (kgf/cm²)

γ : P C 鋼材の見かけのレラクセーション率

σ_{pt} : P C 鋼材の位置におけるプレストレッシング直後の
プレストレス (kgf/cm²)

A 点

$$\Delta \sigma_{p\gamma} = 0.050 \times 12166 = 608 \text{ kgf/cm}^2$$

B 点

$$\Delta \sigma_{p\gamma} = 0.050 \times 11351 = 568 \text{ kgf/cm}^2$$

7) 有効引張応力度の計算

A 点

$$\begin{aligned} \sigma_{pe} &= \sigma_{pt} - \Delta \sigma_{p\phi} - \Delta \sigma_{p\gamma} \\ &= 12166 - 804 - 608 \\ &= 10754 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{有効係数 } \eta &= \frac{\sigma_{pe}}{\sigma_{pt}} = \\ &= \frac{10754}{12166} = 0.884 \end{aligned}$$

B 点

$$\begin{aligned} \sigma_{pe} &= \sigma_{pt} - \Delta \sigma_{p\phi} - \Delta \sigma_{p\gamma} \\ &= 11351 - 773 - 568 \\ &= 10010 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{有効係数 } \eta &= \frac{\sigma_{pe}}{\sigma_{pt}} = \\ &= \frac{10010}{11351} = 0.882 \end{aligned}$$

A 点

$$\sigma_{pt} = 12166 \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_t = \sigma_{pt} \cdot A_p \cdot N$$

$$= 12166 \times 3.129 \times 8 = 304539 \text{ kgf}$$

$$M_p = P_t \cdot Y_p$$

$$= 304539 \times (-0.50) = -152269 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{cp} &= -\frac{P_x}{A_c} + \frac{M_p \cdot Y_p}{I} \\ &= \frac{304539}{5940} + \frac{-152269 \times (-0.50)}{160000} = 51.7 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_{p\phi} &= \frac{n \cdot \phi \cdot \sigma_{cp} + E_p \cdot \varepsilon_s}{1 + \frac{n \cdot \sigma_{cp} \cdot (1 + \frac{\phi}{2})}{\sigma_{pt}}} \\ &= \frac{6.06 \times 1.60 \times 51.7 + 2.00 \times 10^6 \times 17.00 \times 10^{-5}}{1 + \frac{6.06 \times 51.7 \times (1 + \frac{1.60}{2})}{12166}} \\ &= 804 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

B 点

$$\sigma_{pt} = 11351 \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_t = \sigma_{pt} \cdot A_p \cdot N$$

$$= 11351 \times 3.129 \times 8 = 284138 \text{ kgf}$$

$$M_p = P_t \cdot Y_p$$

$$= 284138 \times (-0.50) = -142069 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{cp} &= -\frac{P_x}{A_c} + \frac{M_p \cdot Y_p}{I} \\ &= \frac{284138}{5940} + \frac{-142069 \times (-0.50)}{160000} = 48.3 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta \sigma_{p\phi} &= \frac{n \cdot \phi \cdot \sigma_{cp} + E_p \cdot \varepsilon_s}{1 + \frac{n \cdot \sigma_{cp} \cdot (1 + \frac{\phi}{2})}{\sigma_{pt}}} \\ &= \frac{6.06 \times 1.60 \times 48.3 + 2.00 \times 10^6 \times 17.00 \times 10^{-5}}{1 + \frac{6.06 \times 48.3 \times (1 + \frac{1.60}{2})}{11351}} \\ &= 773 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

8) 設計荷重作用時の応力度の照査

8.1) 設計荷重作用時の応力度

* 活荷重による曲げモーメント $M_y = 263200 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$

* 断面 2 次モーメント I_1

$$I_1 = \frac{100 \times t^3}{12} = \frac{100 \times 18.00^3}{12} = 48600 \text{ cm}^4$$

* 活荷重曲げモーメントによる床版応力 σ_c

$$\sigma_c = \pm \frac{M_y}{I_1} \cdot Y = \pm \frac{263200}{48600} \times 9.00 = \pm 48.7 \text{ kgf/cm}^2$$

8.2) P C 鋼線の引張応力度

設計断面での P C 鋼材の偏心量 $Y_1 = X_2 - Y = 9.00 - 9.50 = -0.50 \text{ cm}$

$$\sigma_{pt1} = n \cdot \frac{M_y}{I_1} \cdot Y_1 = 6.06 \times \frac{263200}{48600} \times -0.50 = -16 \text{ kgf/cm}^2$$

* 合計応力度 (A 点)

$$\sigma_{pe'} = \sigma_{pe} + \sigma_{pt1} = 10754 + (-16) = 10738 \text{ kgf/cm}^2$$

$$< \sigma_{pea} = 11100 \text{ kgf/cm}^2$$

8.3) プレストレス

A 点

* 床版上縁

$$\begin{aligned} \sigma_{cu'} &= -\frac{P_t}{A_c} + \frac{M_p \cdot X_1}{I} \\ &= -\frac{304539}{5940} + \frac{-152269 \times 9.00}{160000} = 42.7 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{cu} = \sigma_{cu'} \times \eta = 42.7 \times 0.884 = 37.7 \text{ kgf/cm}^2$$

* 床版下縁

$$\begin{aligned} \sigma_{cl'} &= -\frac{P_t}{A_c} - \frac{M_p \cdot (t - X_1)}{I} \\ &= -\frac{304539}{5940} - \frac{-152269 \times 9.00}{160000} = 59.8 \text{ kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{cl} = \sigma_{cl'} \times \eta = 59.8 \times 0.884 = 52.9 \text{ kgf/cm}^2$$

B 点

* 床版上縁

$$\begin{aligned}\sigma_{cu}' &= -\frac{P_t}{A_c} + \frac{M_p \cdot X_1}{I} \\ &= -\frac{284138}{5940} + \frac{-142069 \times 9.00}{160000} = 39.8 \text{ kgf/cm}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_{cu} = \sigma_{cu}' \times \eta = 39.8 \times 0.882 = 35.1 \text{ kgf/cm}^2$$

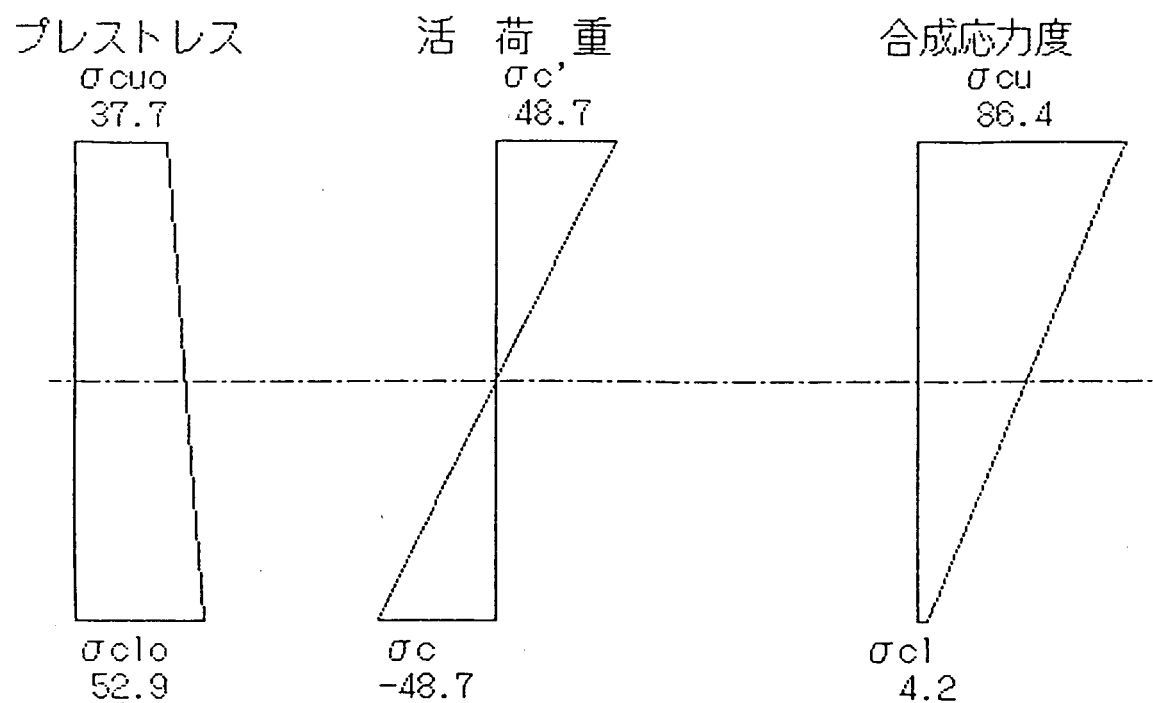
* 床版下縁

$$\begin{aligned}\sigma_{cL}' &= -\frac{P_t}{A_c} - \frac{M_p \cdot (t - X_1)}{I} \\ &= -\frac{284138}{5940} - \frac{-142069 \times 9.00}{160000} = 55.8 \text{ kgf/cm}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_{cL} = \sigma_{cL}' \times \eta = 55.8 \times 0.882 = 49.2 \text{ kgf/cm}^2$$

8.4) 床版の合成応力度

A 点



<応力度分布図>
(kgf/cm²)

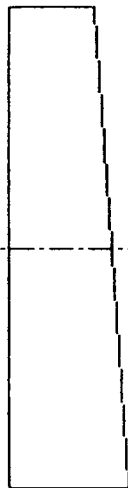
* 床版上縁 $\sigma_{cu} = 37.7 + 48.7 = 86.4 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{ca} = 170 \text{ kgf/cm}^2$

* 床版下縁 $\sigma_{cl} = 52.9 - 48.7 = 4.2 \text{ kgf/cm}^2 > \sigma_{ta} = 0 \text{ kgf/cm}^2$

B 点

プレストレス

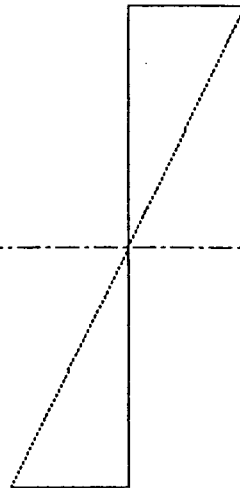
σ_{cu0}
35.1



σ_{cl0}
49.2

活荷重

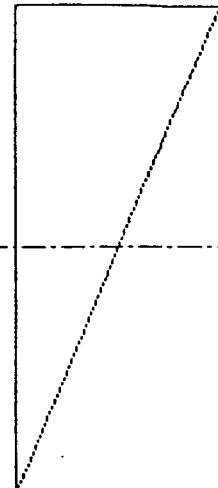
$\sigma_{c'}$
48.7



σ_c
-48.7

合成応力度

σ_{cu}
83.8



σ_{cl}
0.5

<応力度分布図>
(kgf/cm²)

* 床版上縁 $\sigma_{cu} = 35.1 + 48.7 = 83.8 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{ca} = 170 \text{ kgf/cm}^2$

* 床版下縁 $\sigma_{cl} = 49.2 - 48.7 = 0.5 \text{ kgf/cm}^2 > \sigma_{ta} = 0 \text{ kgf/cm}^2$

9) 終局荷重作用時の曲げ破壊安全度の照査(橋軸方向)

9-1) 終局荷重作用時の曲げモーメント

$$1.3 \times M_d + 2.5 \times M_1 = 6.580 \text{ tfm/m}$$

$$M_u = 6.580 \text{ tfm/m}$$

$$1.7 \times (M_d + M_1) = 4.474 \text{ tfm/m}$$

$$M_d = 0.000 \text{ tfm/m}$$

$$M_1 = 2.632 \text{ tfm/m}$$

9-2) 断面の中立軸位置

終局状態における上縁から中立軸までの距離 x は、引張側の P C 鋼材が降伏しているものと仮定し、次式で推定する。

$$x_l = \frac{0.93 \cdot \sigma_{pu} \cdot n \cdot A_{pl}}{0.8 \cdot b \cdot 0.85 \cdot \sigma_{ck}}$$

$$= 3.990 \text{ cmから}$$

$$\sigma_{pu} = 19000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$n = 2.424 \text{ 本/1m}$$

$$A_{pl} = 3.129 \text{ cm}^2$$

$$b = 100.0 \text{ cm}$$

$$\sigma_{ck} = 500.0 \text{ kgf/cm}^2$$

x は 3.69719 cm として以下の計算を行う。

9-3) P C 鋼材の引張応力度

$$\epsilon_{pl} = \frac{d - x}{x} \cdot \epsilon_{cu} + \epsilon_{pe} = 1.050E-02$$

$$(0.00798 < \epsilon_{pl} < 0.015)$$

d : コンクリート圧縮縁から引張 P C 鋼材までの距離

$$= 9.5 \text{ cm}$$

$$\epsilon_{cu} : \text{コンクリートの終局ひずみ} = 3.50E-03$$

$$\sigma_{pe} : \text{有効プレストレス (B 点)} = 10010 \text{ kgf/cm}^2$$

$$E_p : \text{P C 鋼材のヤング係数} = 2.00E+06 \text{ kgf/cm}^2$$

ϵ_{pe} : 有効プレストレス力による P C 鋼材のひずみ

$$= \sigma_{pe} / E_p$$

$$= 5.005E-03$$

$$C = 0.85 \cdot \sigma_{ck} \cdot 0.8 \cdot x \cdot b$$

$$= 125704 \text{ kgf}$$

$$T = n \cdot A_{pl} \cdot \sigma_{pl}$$

$$= 125704 \text{ kgf}$$

$$C = T \quad \text{よって } x = 3.69719 \text{ cm となる。}$$

$$\sigma_{pl} = 0.84 \cdot \sigma_{pu} + (0.93 \cdot \sigma_{pu} - 0.84 \cdot \sigma_{pu}) \cdot (\epsilon_{pl} - 0.00798) / (0.015 - 0.00798)$$

$$= 16573 \text{ kgf/cm}^2$$

$$M_r = n \cdot A_{pl} \cdot \sigma_{pl} \cdot (d - 0.8 \cdot x / 2)$$

$$= 10.083 \text{ tfm/m}$$

M_r : 破壊抵抗曲げモーメント

F : 安全度 ≥ 1.0

$$F = M_r / M_u$$

$$= 1.53 \text{ (OK)}$$

4-1. 主桁断面諸数値の算出

G-1.4

断面形状 と 応力 の一覧表

断面番号 (SECT. NO)			1	2	3	4
合成前曲げモーメント	Ms	(tf・m)	0.0	0.0	0.0	0.0
合成後曲げモーメント	Mv	(tf・m)	0.0	0.0	0.0	0.0
合成後死荷重曲げモーメント	Mvd	(tf・m)	0.0	0.0	0.0	0.0
せん断力	S	(tf)	0.0	0.0	0.0	0.0
床版厚	Ho	(cm)	21.0	21.0	21.0	21.0
ハンチ高	Hh	(cm)	6.2	6.2	6.2	6.2
床版断面積	Ac	(cm ²)	5460.0	5460.0	5460.0	5460.0
上フランジ	幅 W	(cm)	25.0	27.0	31.0	31.0
	厚さ T	(cm)	1.4	1.4	1.9	1.9
ウェブ	高さ H	(cm)	175.0	175.0	175.0	175.0
	厚さ T	(cm)	0.9	0.9	0.9	0.9
下フランジ	幅 W	(cm)	30.0	45.0	53.0	53.0
	厚さ T	(cm)	1.5	2.2	3.4	2.8
材質	フランジ		SM490Y	SM490Y	SM490Y	SM490Y
	ウェブ		SM490Y	SM490Y	SM490Y	SM490Y
固定点間距離	L	(cm)	400.0	400.0	400.0	400.0
鋼桁の全断面積	As	(cm ²)	237.5	294.3	396.6	364.8
鋼桁の断面2次モーメント	Is	(cm ⁴)	1021397	1372693	1998935	1860892
合成後断面2次モーメント	Iv (N=7)	(cm ⁴)	3170634	4617072	6580467	5840817
床版の上縁応力	σ_{cu} (kgf/cm ²)		0	0	0	0
	(許容応力)		(-170)	(-170)	(-170)	(-170)
床版の下縁応力	σ_{cl} (kgf/cm ²)		0	0	0	0
	(許容応力)		(-170)	(-170)	(-170)	(-170)
上フランジの上縁応力	σ_{su} (kgf/cm ²)		0	0	0	0
	(許容応力)		(-1447)	(-1519)	(-1663)	(-1663)
下フランジの下縁応力	σ_{sl} (kgf/cm ²)		102	68	46	52
	(許容応力)		(2100)	(2100)	(2100)	(2100)
ウェブせん断応力	τ (kgf/cm ²)		0	0	0	0
	(許容応力)		(1200)	(1200)	(1200)	(1200)
合成応力の照査			0.03	0.03	0.03	0.03
			(1.20)	(1.20)	(1.20)	(1.20)

ここに、 σ_{cu} & σ_{cl} : 合成後 (クリープ 乾燥収縮を含まず)
 σ_{su} : 合成前
 σ_{sl} : 合成後 (クリープ 乾燥収縮を含む)

断面番号 (SECT. NO)			1	2	3	4
合成前曲げモーメント	Ms	(tf・m)	0.0	0.0	0.0	0.0
合成後曲げモーメント	Mv	(tf・m)	0.0	0.0	0.0	0.0
合成後死荷重曲げモーメント	Mvd	(tf・m)	0.0	0.0	0.0	0.0
せん断力	S	(tf)	0.0	0.0	0.0	0.0
床版厚	Ho	(cm)	21.0	21.0	21.0	21.0
ハンチ高	Hh	(cm)	5.0	5.0	5.0	5.0
床版断面積	Ac	(cm ²)	6930.0	6930.0	6930.0	6930.0
上フランジ	幅 W	(cm)	25.0	29.0	35.0	35.0
	厚さ T	(cm)	1.4	1.4	1.9	1.9
ウェブ	高さ H	(cm)	175.0	175.0	175.0	175.0
	厚さ T	(cm)	0.9	0.9	0.9	0.9
下フランジ	幅 W	(cm)	30.0	46.0	57.0	57.0
	厚さ T	(cm)	1.5	2.5	3.6	3.0
材質	フランジ		SM490Y	SM490Y	SM490Y	SM490Y
	ウェブ		SM490Y	SM490Y	SM490Y	SM490Y
固定点間距離	L	(cm)	400.0	400.0	400.0	400.0
鋼桁の全断面積	As	(cm ²)	237.5	313.1	429.2	395.0
鋼桁の断面2次モーメント	I _s	(cm ⁴)	1021397	1483400	2197871	2055990
合成後断面2次モーメント	I _v (N=7)	(cm ⁴)	3239478	5186749	7450190	6620427
床版の上縁応力	σ_{cu} (kgf/cm ²)		0	0	0	0
	(許容応力)		(-170)	(-170)	(-170)	(-170)
床版の下縁応力	σ_{cl} (kgf/cm ²)		0	0	0	0
	(許容応力)		(-170)	(-170)	(-170)	(-170)
上フランジの上縁応力	σ_{su} (kgf/cm ²)		0	0	0	0
	(許容応力)		<u>(-1447)</u>	<u>(-1579)</u>	<u>(-1740)</u>	<u>(-1740)</u>
下フランジの下縁応力	σ_{sl} (kgf/cm ²)		106	64	44	49
	(許容応力)		(2100)	(2100)	(2100)	(2100)
ウェブせん断応力	τ (kgf/cm ²)		0	0	0	0
	(許容応力)		(1200)	(1200)	(1200)	(1200)
合成応力の照査			0.04	0.04	0.03	0.03
			(1.20)	(1.20)	(1.20)	(1.20)

ここに、 σ_{cu} & σ_{cl} : 合成後 (クリープ 乾燥収縮を含まず)
 σ_{su} : 合成前
 σ_{sl} : 合成後 (クリープ 乾燥収縮を含む)

合成桁の断面計算 (現況断面)

クリ-7°係数 2

G-1.4	SEC-1					
		B	T	Ac	Ic	Hh: 上フランジ 上面から床版下面
SLAB		260.0	21.0	5460.0	200655.0	4.8
U-Flg		25.0	1.4			
Web		175.0	0.9			
L-Flg		30.0	1.5			

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		237.5	1021411			92.6	85.3
合成	n 7.00	1017.5	3170649	25.2	35.7	9.9	168.0
	14.00	627.5	2755013	40.8	51.3	25.5	152.4
	21.00	497.5	2476650	51.5	62.0	36.2	141.7

G-1.4	SEC-2					
		B	T	Ac	Ic	Hh: 上フランジ 上面から床版下面
SLAB		260.0	21.0	5460.0	200655.0	4.8
U-Flg		27.0	1.4			
Web		175.0	0.9			
L-Flg		45.0	2.2			

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		294.3	1372739			107.4	71.2
合成	n 7.00	1074.3	4617118	33.6	44.1	18.3	160.3
	14.00	684.3	3911287	52.8	63.3	37.5	141.1
	21.00	554.3	3459774	65.1	75.6	49.8	128.8

G-1.4	SEC-3					
		B	T	Ac	Ic	Hh: 上フランジ 上面から床版下面
SLAB		260.0	21.0	5460.0	200655.0	4.3
U-Flg		31.0	1.9			
Web		175.0	0.9			
L-Flg		53.0	3.4			

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		396.6	1999126			116.8	63.5
合成	n 7.00	1176.6	6580661	44.4	54.9	29.6	150.7
	14.00	786.6	5418561	66.3	76.8	51.5	128.8
	21.00	656.6	4728199	79.5	90.0	64.7	115.6

G-1.4	SEC-4					
		B	T	Ac	Ic	Hh: 上フランジ 上面から床版下面
SLAB		260.0	21.0	5460.0	200655.0	4.3
U-Flg		31.0	1.9			
Web		175.0	0.9			
L-Flg		53.0	2.8			

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		364.8	1861006			111.3	68.4
合成	n 7.00	1144.8	5840930	40.2	50.7	25.4	154.3
	14.00	754.8	4871762	60.9	71.4	46.1	133.6
	21.00	624.8	4283814	73.6	84.1	58.8	120.9

G-2.3	SEC-1					
	B	T	Ac	Ic	Hh:上フランジ上面から床版下面	
SLAB	330.0	21.0	6930.0	254677.5	3.6	
U-Flg	25.0	1.4				
Web	175.0	0.9				
L-Flg	30.0	1.5				

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		237.5	1021411			92.6	85.3
合成	n	7.00	1227.5	20.6	31.1	6.5	171.4
		14.00	732.5	34.6	45.1	20.5	157.4
		21.00	567.5	44.7	55.2	30.6	147.3

G-2.3	SEC-2					
	B	T	Ac	Ic	Hh:上フランジ上面から床版下面	
SLAB	330.0	21.0	6930.0	254677.5	3.6	
U-Flg	29.0	1.4				
Web	175.0	0.9				
L-Flg	46.0	2.5				

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		313.1	1483467			110.1	68.8
合成	n	7.00	1303.1	29.8	40.3	15.7	163.2
		14.00	808.1	48.1	58.6	34.0	144.9
		21.00	643.1	60.4	70.9	46.3	132.6

G-2.3	SEC-3					
	B	T	Ac	Ic	Hh:上フランジ上面から床版下面	
SLAB	330.0	21.0	6930.0	254677.5	3.1	
U-Flg	35.0	1.9				
Web	175.0	0.9				
L-Flg	57.0	3.6				

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		429.2	2198112			118.4	62.1
合成	n	7.00	1419.2	39.9	50.4	26.3	154.2
		14.00	924.2	61.3	71.8	47.7	132.8
		21.00	759.2	74.6	85.1	61.0	119.5

G-2.3	SEC-4					
	B	T	Ac	Ic	Hh:上フランジ上面から床版下面	
SLAB	330.0	21.0	6930.0	254677.5	3.1	
U-Flg	35.0	1.9				
Web	175.0	0.9				
L-Flg	57.0	3.0				

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		395.0	2056137			113.0	66.9
合成	n	7.00	1385.0	36.1	46.6	22.5	157.4
		14.00	890.0	56.2	66.7	42.6	137.3
		21.00	725.0	69.0	79.5	55.4	124.5

合成桁の断面計算 (プレキャスト床版取り替え後)

条件: 材令 50 日 (早強コンクリート)
 グラフ係数 1.85 乾燥収縮度 0.00017

G-1.4	SEC-1						
		B	T	Ac	Ic	Hh: 上フランジ 上面から床版下面	
SLAB		260.0	18.0	4680.0	126360.0	4.6	
U-Flg		25.0	1.4				
Web		175.0	0.9				
L-Flg		30.0	1.5				
		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		237.5	1021411			92.6	85.3
合成	n 7.00	906.1	3016830	27.8	36.8	14.2	163.7
		13.48	584.8	43.1	52.1	29.5	148.4
		19.95	472.1	53.4	62.4	39.8	138.1

G-1.4	SEC-2						
		B	T	Ac	Ic	Hh: 上フランジ 上面から床版下面	
SLAB		260.0	18.0	4680.0	126360.0	4.6	
U-Flg		27.0	1.4				
Web		175.0	0.9				
L-Flg		45.0	2.2				
		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		294.3	1372739			107.4	71.2
合成	n 7.00	962.9	4381451	37.0	46.0	23.4	155.2
		13.48	641.6	55.5	64.5	41.9	136.7
		19.95	528.9	67.3	76.3	53.7	124.9

G-1.4	SEC-3						
		B	T	Ac	Ic	Hh: 上フランジ 上面から床版下面	
SLAB		260.0	18.0	4680.0	126360.0	4.1	
U-Flg		31.0	1.9				
Web		175.0	0.9				
L-Flg		53.0	3.4				
		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		396.6	1999126			116.8	63.5
合成	n 7.00	1065.2	6217220	48.4	57.4	35.3	145.0
		13.48	743.9	69.2	78.2	56.1	124.2
		19.95	631.2	81.6	90.6	68.5	111.8

G-1.4	SEC-4						
		B	T	Ac	Ic	Hh: 上フランジ 上面から床版下面	
SLAB		260.0	18.0	4680.0	126360.0	4.1	
U-Flg		31.0	1.9				
Web		175.0	0.9				
L-Flg		53.0	2.8				
		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		364.8	1861006			111.3	68.4
合成	n 7.00	1033.4	5530554	43.9	52.9	30.8	148.9
		13.48	712.1	63.7	72.7	50.6	129.1
		19.95	599.4	75.7	84.7	62.6	117.1

G-2.3	SEC-1					
	B	T	Ac	Ic	Hh:上フランジ上面から床版下面	
SLAB	330.0	18.0	5940.0	160380.0	6.2	
U-Flg	25.0	1.4				
Web	175.0	0.9				
L-Flg	30.0	1.5				

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		237.5	1021411			92.6	85.3
合成	n	7.00	1086.1	23.6	32.6	8.4	169.5
		13.48	678.3	37.8	46.8	22.6	155.3
		19.95	535.2	47.8	56.8	32.6	145.3

G-2.3	SEC-2					
	B	T	Ac	Ic	Hh:上フランジ上面から床版下面	
SLAB	330.0	18.0	5940.0	160380.0	6.2	
U-Flg	29.0	1.4				
Web	175.0	0.9				
L-Flg	46.0	2.5				

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		313.1	1483467			110.1	68.8
合成	n	7.00	1161.7	33.8	42.8	18.6	160.3
		13.48	753.9	52.0	61.0	36.8	142.1
		19.95	610.8	64.2	73.2	49.0	129.9

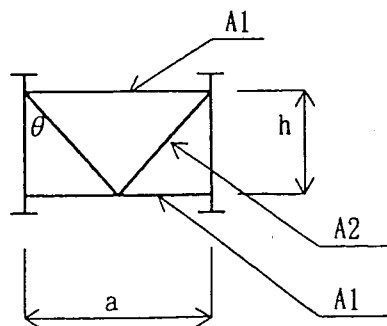
G-2.3	SEC-3					
	B	T	Ac	Ic	Hh:上フランジ上面から床版下面	
SLAB	330.0	18.0	5940.0	160380.0	5.7	
U-Flg	35.0	1.9				
Web	175.0	0.9				
L-Flg	57.0	3.6				

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		429.2	2198112			118.4	62.1
合成	n	7.00	1277.8	44.7	53.7	30.0	150.5
		13.48	870.0	65.7	74.7	51.0	129.5
		19.95	726.9	78.6	87.6	63.9	116.6

G-2.3	SEC-4					
	B	T	Ac	Ic	Hh:上フランジ上面から床版下面	
SLAB	330.0	18.0	5940.0	160380.0	5.7	
U-Flg	35.0	1.9				
Web	175.0	0.9				
L-Flg	57.0	3.0				

		A(cm ²)	I(cm ⁴)	Dc(cm)	Yvcu(cm)	Yvsu(cm)	Yvsl(cm)
鋼断面		395.0	2056137			113.0	66.9
合成	n	7.00	1243.6	40.6	49.6	25.9	154.0
		13.48	835.8	60.4	69.4	45.7	134.2
		19.95	692.7	72.8	81.8	58.1	121.8

1. 対傾構の換算曲げ剛度

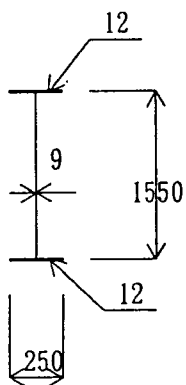


$$I_s = \frac{4 \cdot h^2 \cdot A1}{9} \times \frac{1}{1 + \frac{A1}{3 \cdot A2 \sin^3 \theta}}$$

$$= \frac{4 \cdot 132^2 \cdot 22.74}{9} \times \frac{1}{1 + \frac{22.74}{3 \cdot 19 \sin^3 \theta}}$$

$$= 91932 \text{ cm}^4$$

2. 分配横桁の曲げ剛度



$$I_s = 1/12 \times (25 \cdot 155^3 - 24.1 \cdot 152.6^3)$$

$$= 621340 \text{ cm}^4$$

3. 床版の曲げ剛度

既設床版 $I_s = (100 \cdot 21^3 / 12) / 7$

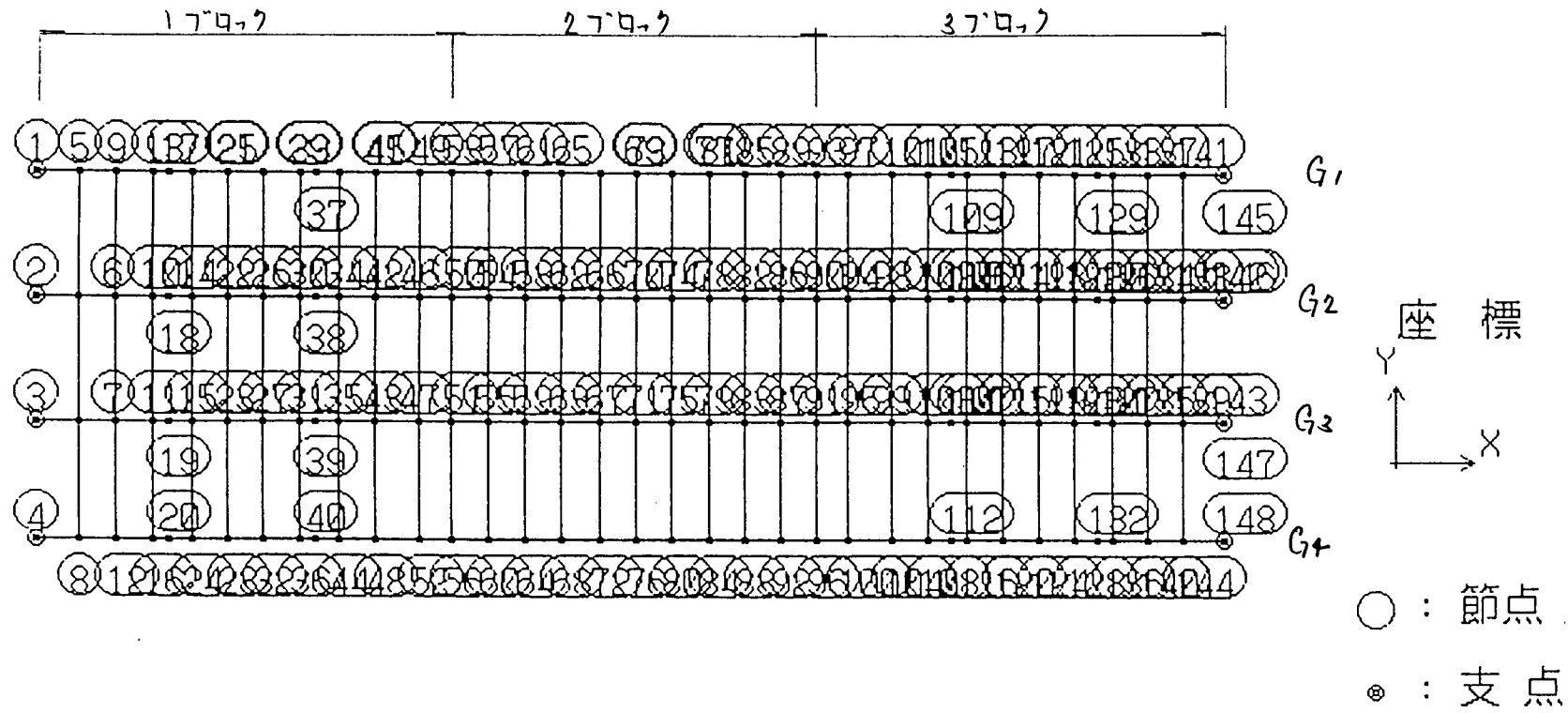
$$= 11025 \text{ cm}^4$$

フレスト床版 $I_s = (100 \cdot 18^3 / 12) / 7$

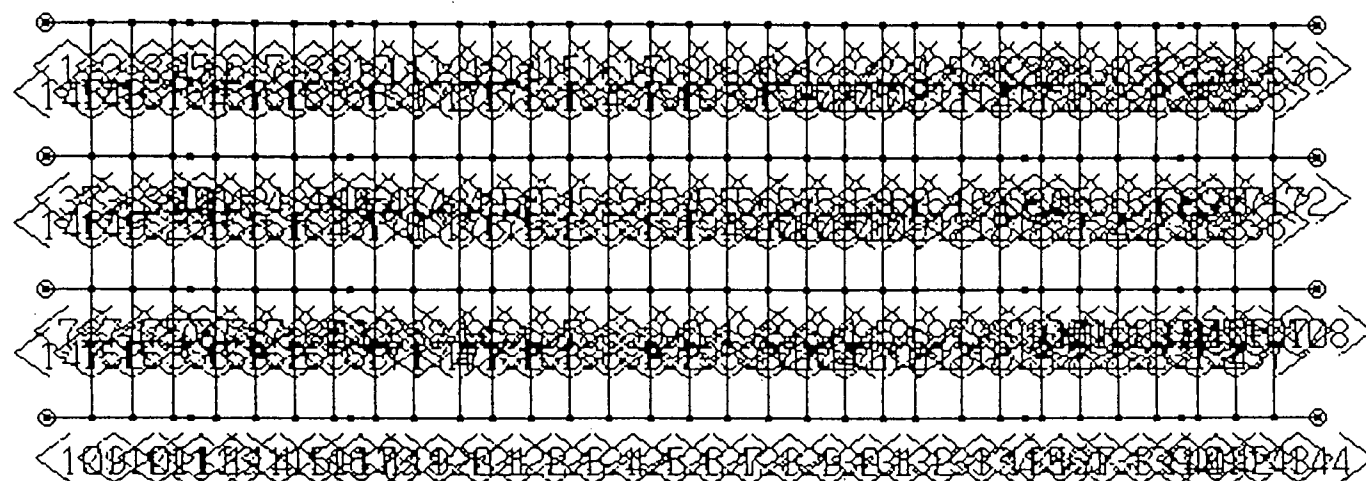
$$= 6942 \text{ cm}^4$$

4-2. 格子解析骨組み図

骨組図



骨組図



座標
Y
X

◇ : 部材

⊙ : 支点

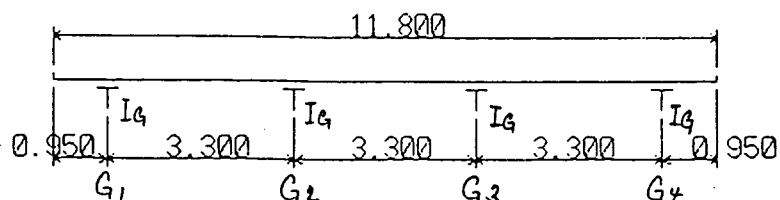
4-3. 荷重データ

1) 床版取り替え作業前

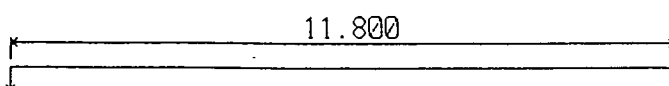
0

荷重図 (合成前)

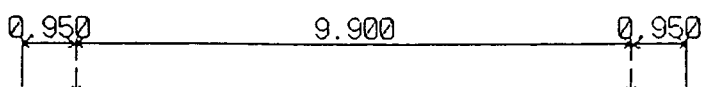
BLOCK NO. : 1



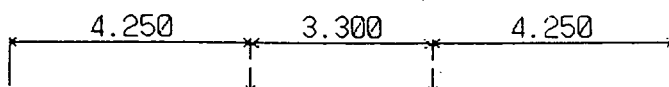
- 1) 床版
0.525 t/m²



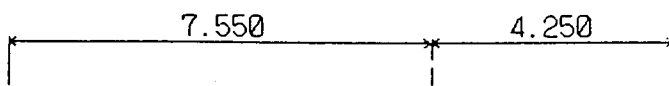
- 2) ハンチG1, G4
0.124 t/m



- 3) ハンチG2, G3
0.124 t/m

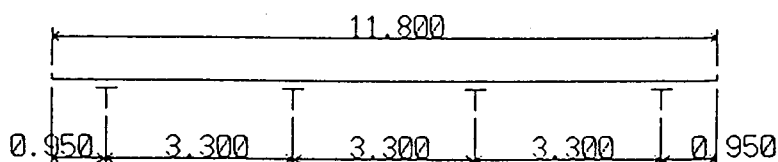


- 4) G-3, SW2
0.250 t
載荷点番号 : 11

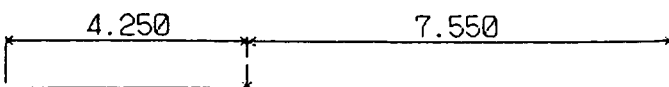


荷重図 (合成前)

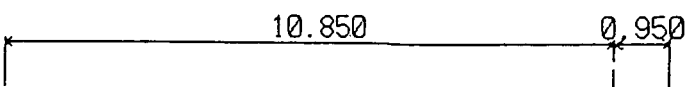
BLOCK NO. : 1



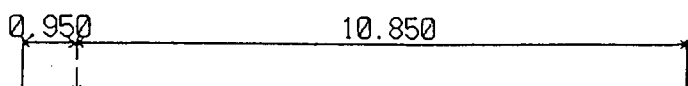
- 5) G-2, SW2
0.250 t
載荷点番号 : 11



- 6) G-4, SW2
0.100 t
載荷点番号 : 11



- 7) G-1, SW2
0.100 t
載荷点番号 : 11

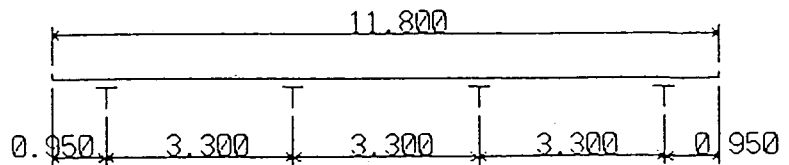


- 8) G-3, SW1
0.250 t
載荷点番号 : 6



荷重図 (合成前)

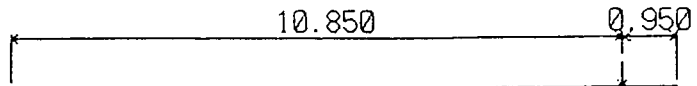
BLOCK NO. : 1



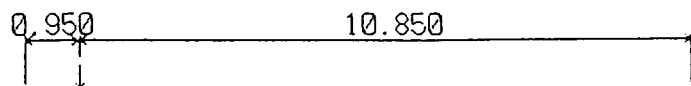
- 9) G-2, SW1
0.250 t
載荷点番号 : 6



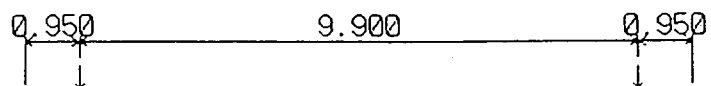
- 10) G-4, SW1
0.100 t
載荷点番号 : 6



- 11) G-1, SW1
0.100 t
載荷点番号 : 6

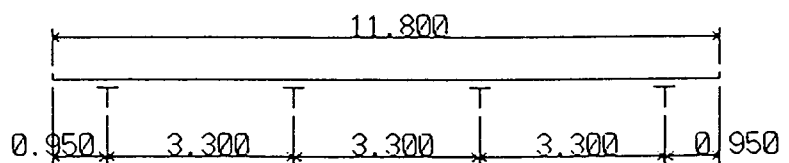


- 12) 桁G1, G4
0.296 t/m

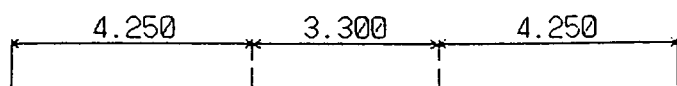


荷重図 (合成前)

BLOCK NO. : 1

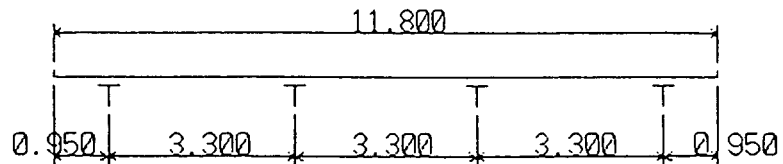


- 13) 桁G2, G3
0.272 t/m

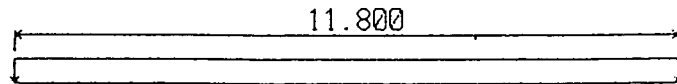


荷重図 (合成前)

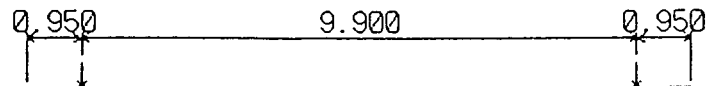
BLOCK NO. : 2



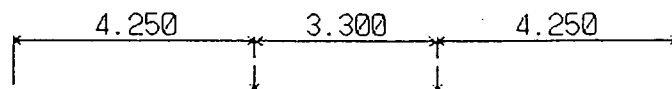
- 1) 床版
0.525 t/m²



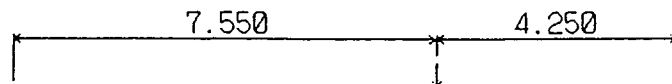
- 2) ハンチG1,G4
0.124 t/m



- 3) ハンチG2,G3
0.124 t/m

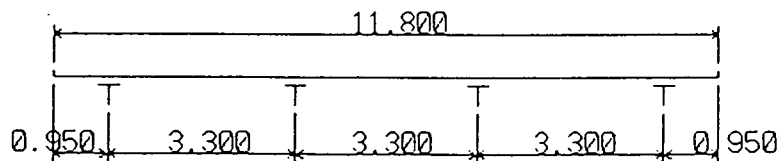


- 4) G-3, SW4
0.250 t
載荷点番号 : 23



荷重図 (合成前)

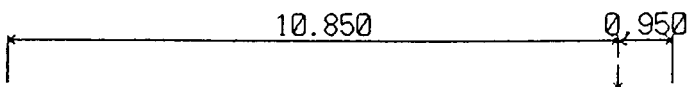
BLOCK NO. : 2



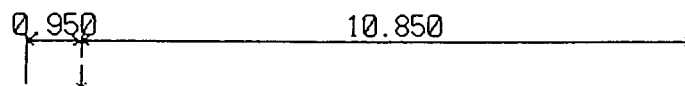
- 5) G-2, SW4
0.250 t
載荷点番号 : 23



- 6) G-4, SW4
0.100 t
載荷点番号 : 23



- 7) G-1, SW4
0.100 t
載荷点番号 : 23

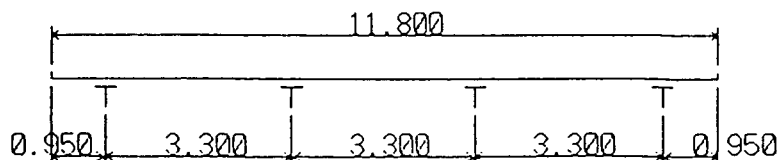


- 8) G-3, SW3
0.250 t
載荷点番号 : 15

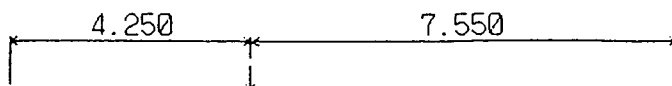


荷重図 (合成前)

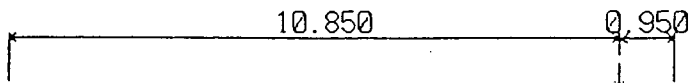
BLOCK NO. : 2



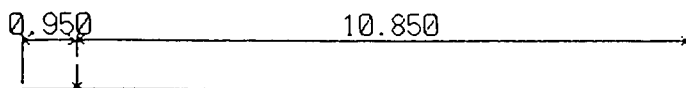
- 9) G-2, SW3
0.250 t
載荷点番号 : 15



- 10) G-4, SW3
0.100 t
載荷点番号 : 15



- 11) G-1, SW3
0.100 t
載荷点番号 : 15

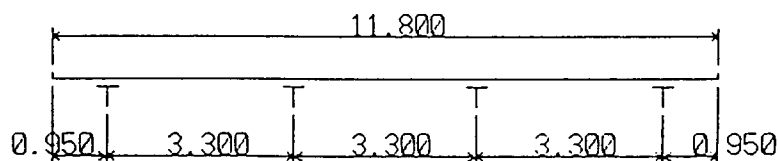


- 12) G-1, SW1
0.634 t
載荷点番号 : 19



荷重図 (合成前)

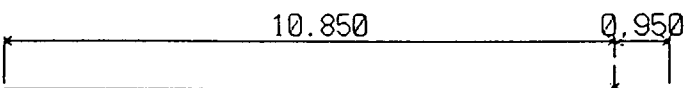
BLOCK NO. : 2



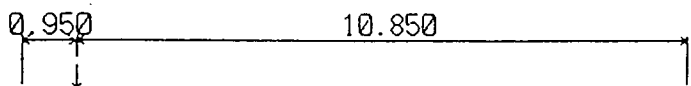
- 13) G-1, SW1
0.634 t
載荷点番号 : 19



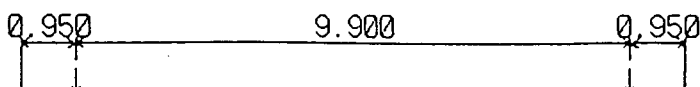
- 14) G-1, SW1
0.317 t
載荷点番号 : 19



- 15) G-1, SW1
0.317 t
載荷点番号 : 19

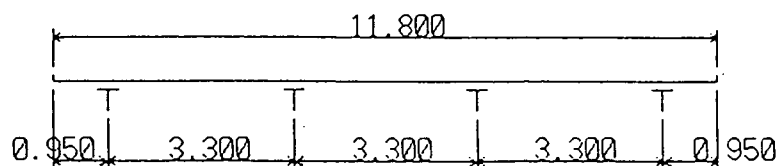


- 16) 桁G1, G4
0.358 t/m

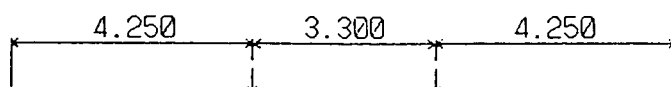


荷重図 (合成前)

BLOCK NO. : 2

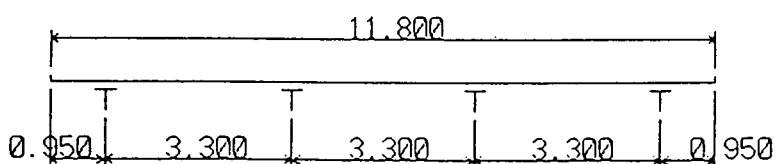


17) 桁G2,G3
0.332 t/m

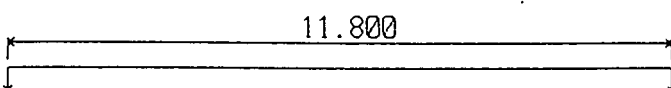


荷重図 (合成前)

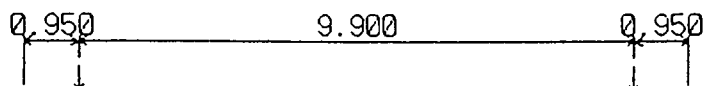
BLOCK NO. : 3



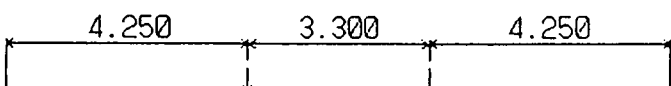
1) 床版
0.525 t/m²



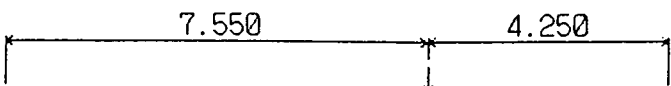
2) ハンチG1,G4
0.124 t/m



3) ハンチG2,G3
0.124 t/m

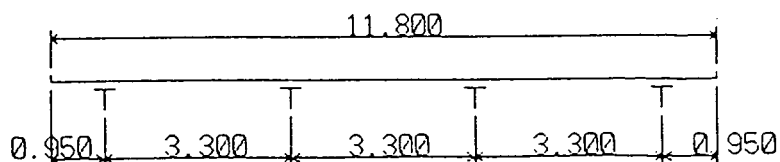


4) G-3,SW6
0.250 t
載荷点番号 : 32

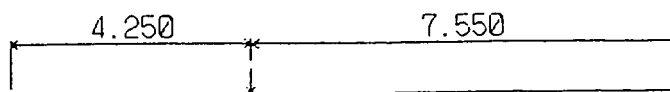


荷重図 (合成前)

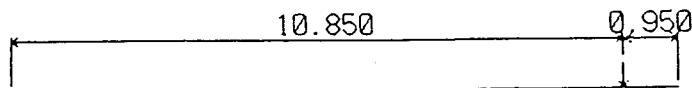
BLOCK NO. : 3



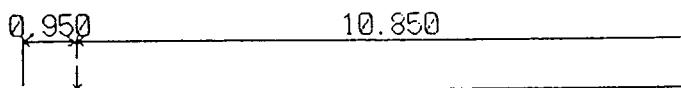
- 5) G-2, SW6
0.250 t
載荷点番号 : 32



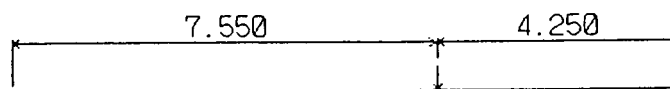
- 6) G-4, SW6
0.100 t
載荷点番号 : 32



- 7) G-1, SW6
0.100 t
載荷点番号 : 32

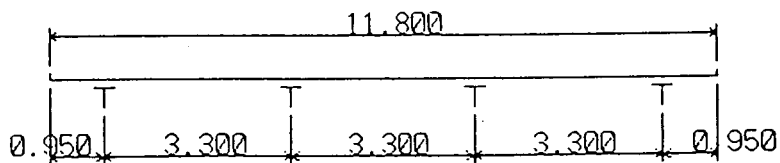


- 8) G-3, SW5
0.250 t
載荷点番号 : 27



荷重図 (合成前)

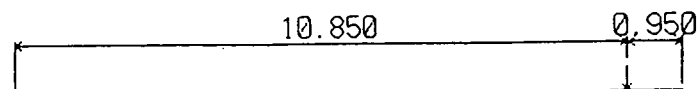
BLOCK NO. : 3



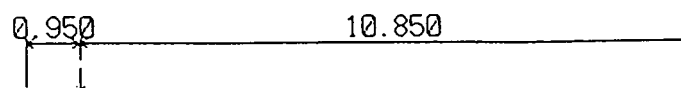
- 9) G-2, SW5
0.250 t
載荷点番号 : 27



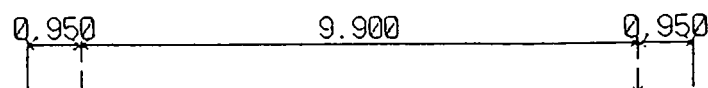
- 10) G-4, SW5
0.100 t
載荷点番号 : 27



- 11) G-1, SW5
0.100 t
載荷点番号 : 27

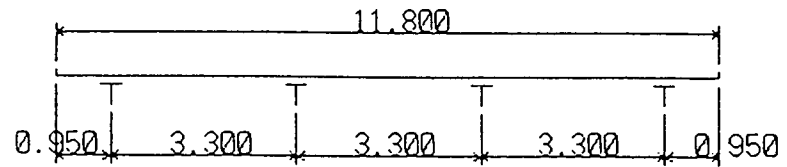


- 12) 桁G1, G4
0.296 t/m

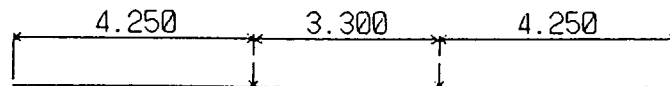


荷重図 (合成前)

BLOCK NO. : 3

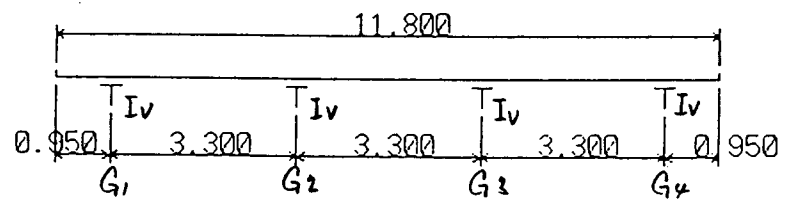


13) 桁G2, G3
0.272 t/m



荷重図 (合成後)

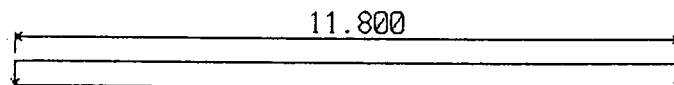
BLOCK NO. : 1



1) 増設縦桁
0.150 t/m

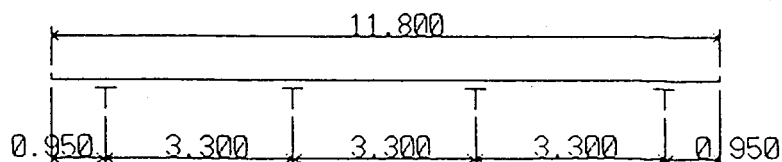


2) 作業足場
0.030 t/m²



荷重図 (合成後)

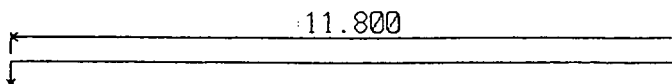
BLOCK NO. : 2



- 1) 増設縦桁
0.150 t/m

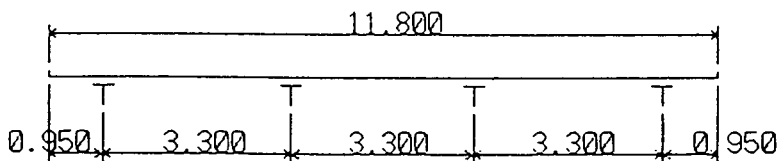


- 2) 作業足場
0.030 t/m²



荷重図 (合成後)

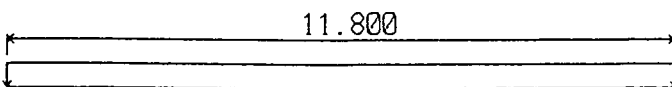
BLOCK NO. : 3



- 1) 増設縦桁
0.150 t/m



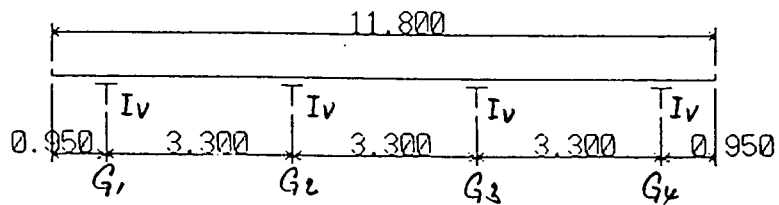
- 2) 作業足場
0.030 t/m²



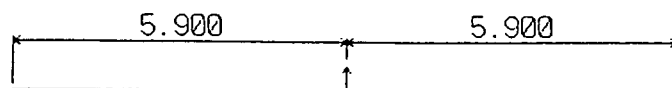
2) 後死荷重の除去 (一次施工側)

荷重図

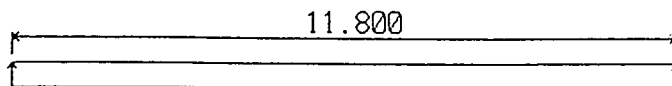
BLOCK NO. : 1, 2, 3



1) 増設縦桁
-0.150 t/m



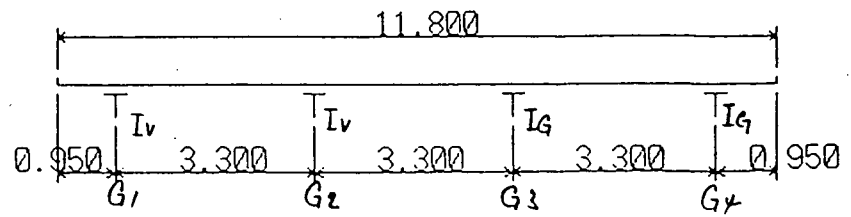
2) 作業足場
-0.030 t/m²



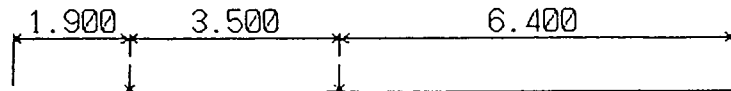
3) 一次施工側の床版を撤去

荷重図

BLOCK NO. : 1,2,3



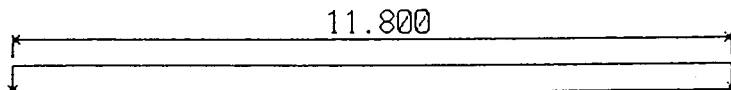
- 1) 仮設防護柵
0.100 t/m



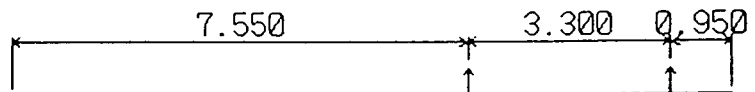
- 2) 増設縦桁
0.150 t/m



- 3) 作業足場
0.030 t/m²

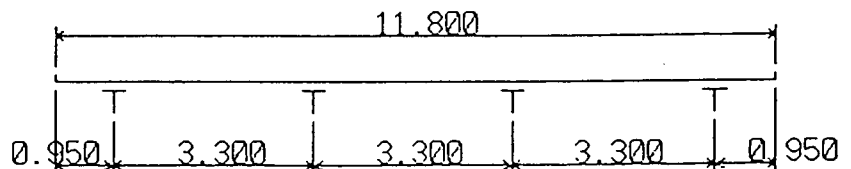


- 4) ハンチG-3,4
-0.124 t/m

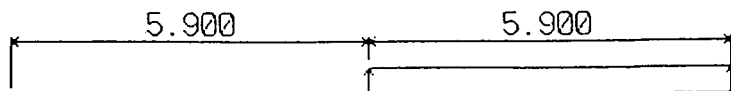


荷重図

BLOCK NO. : 1



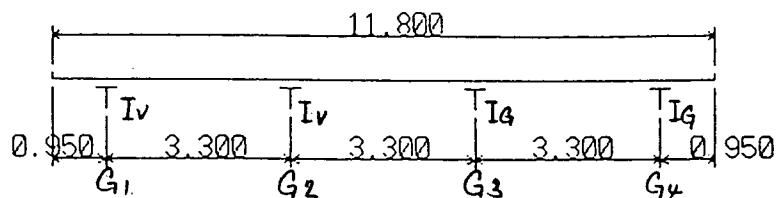
- 5) 既設床版撤去
-0.525 t/m²



4) 一次施工側の床版を架設

荷重図

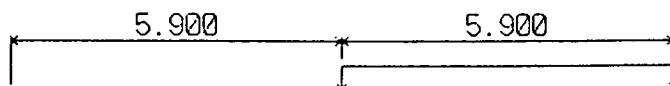
BLOCK NO. : 1,2,3



- 1) 新ハッチG-3,4
0.124 t/m



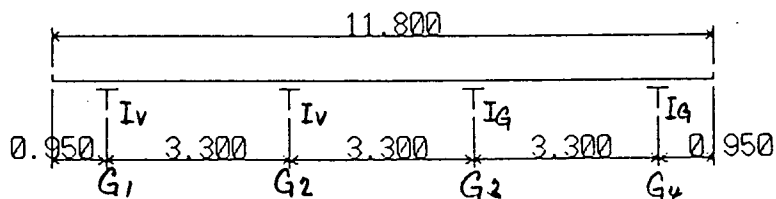
- 2) 新設床版架設
0.450 t/m²



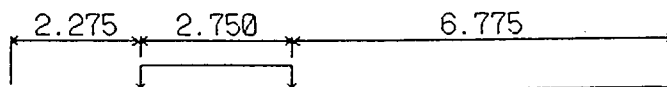
5) 二次施工側を活荷重が走行

荷重図

BLOCK NO. : 1,2,3



- 1) 部分等分布活荷重
1.000 t/m²



- 2) 等分布活荷重
0.350 t/m²

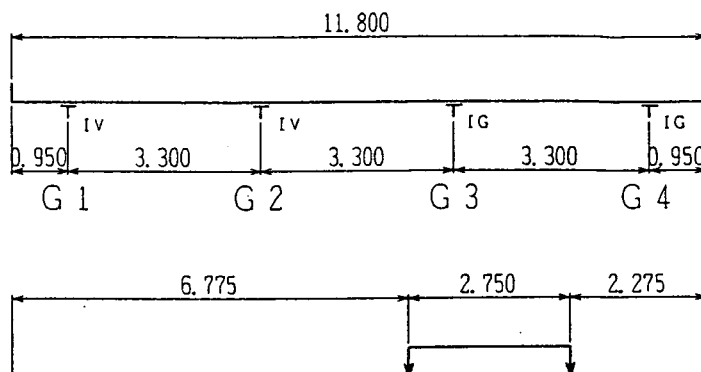


6) 一次施工側をクレーン (25 t) が走行

荷 重 図

BLOCK NO : 1, 2, 3

- 1) ラフタークレーン25t
8.500 t/m



7) 後死荷重を撤去 (二次施工)

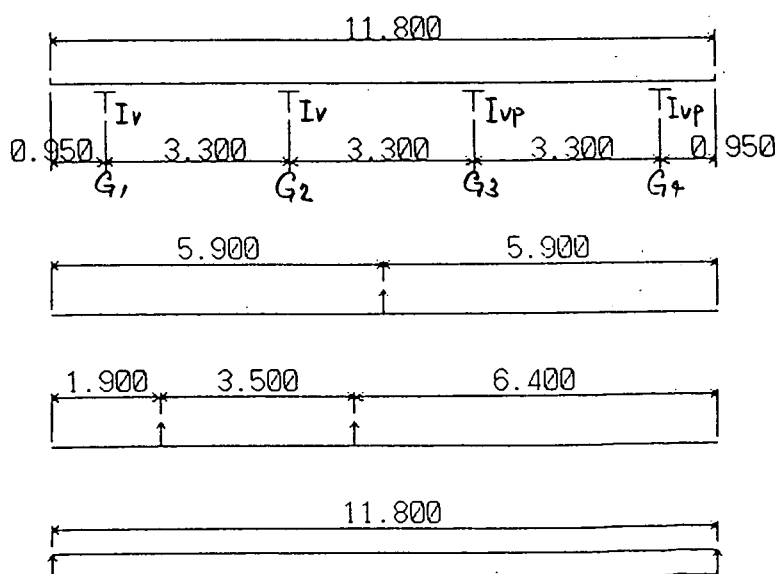
荷 重 図

BLOCK NO. : 1, 2, 3

- 1) 増設縦桁
-0.150 t/m

- 2) 仮設防護柵
-0.100 t/m

- 3) 作業足場
-0.030 t/m²

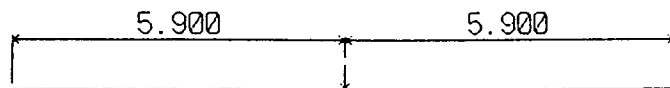
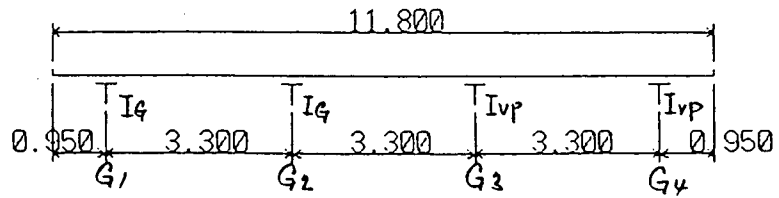


8) 二次施工側の床版を撤去

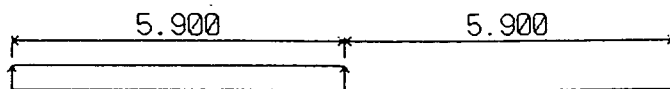
荷重図

BLOCK NO. : 1, 2, 3

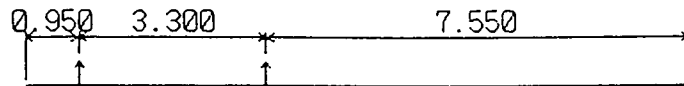
1) 増設縦桁
0.150 t/m



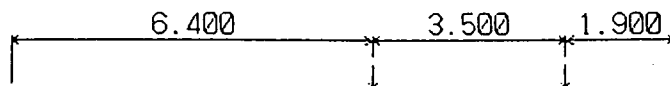
2) 既設床版
-0.525 t/m²



3) ハンチ
-0.124 t/m



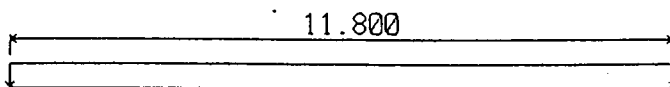
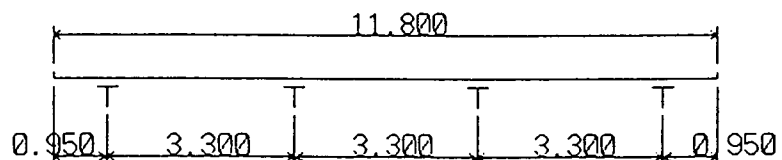
4) 仮設防護柵
0.100 t/m



荷重図

BLOCK NO. : 1

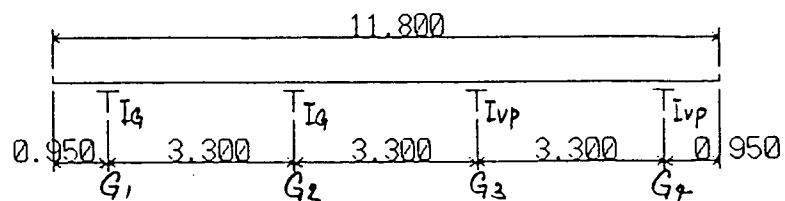
5) 作業足場
0.030 t/m²



9) 二次施工側の床版を架設

荷重図

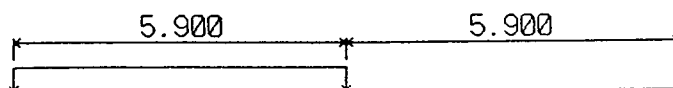
BLOCK NO. : 1,2,3



- 1) ハンチ
0.124 t/m



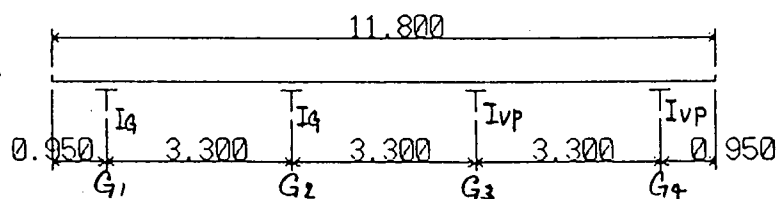
- 2) 新設床版
0.450 t/m²



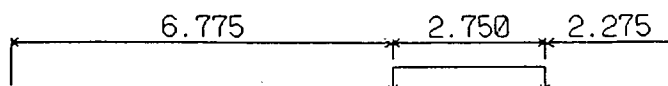
10) 一次施工側を活荷重が走行

荷重図

BLOCK NO. : 1,2,3



- 1) 等分布活荷重
0.350 t/m²



- 2) 部分等分布活荷重
1.000 t/m²



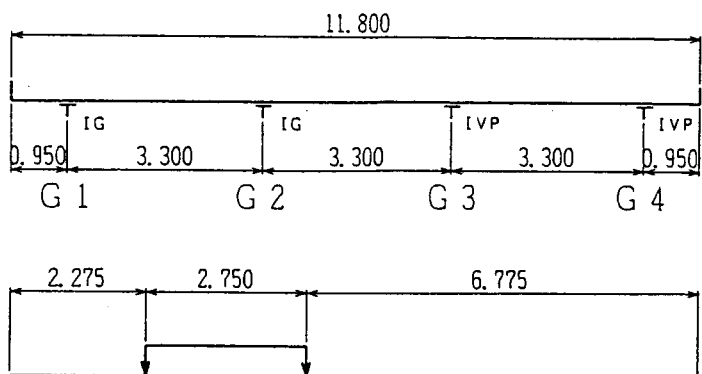
1 1) 二次施工側をクレーン (2 5 t) が走行

荷 重 図

BLOCK NO : 1, 2, 3

1) ラフタークレーン 25t

8.500 tf/m



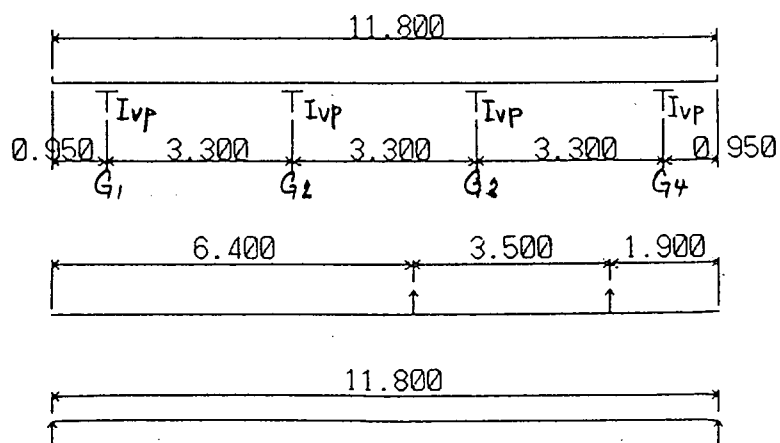
1 2) 仮設防護柵・作業足場撤去

荷 重 図

BLOCK NO. : 1, 2, 3

1) 仮設防護柵
-0.100 t/m

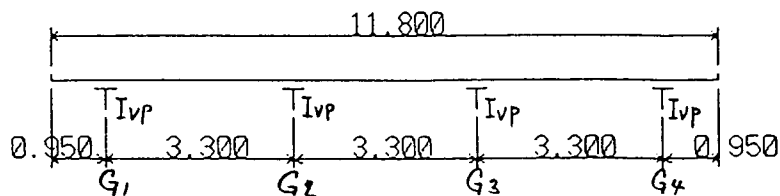
2) 作業足場
-0.030 t/m²



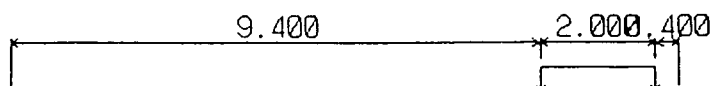
1 3) 完成後荷重載荷

荷重図

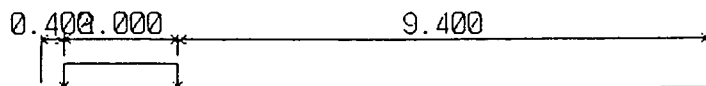
BLOCK NO. : 1, 2, 3



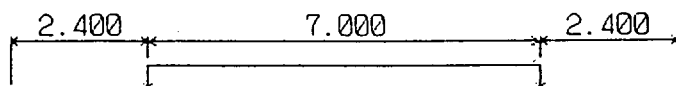
- 1) 群集荷重
0.350 t/m²



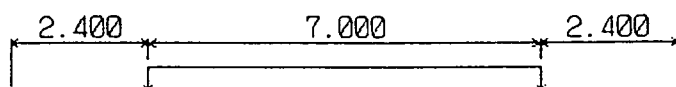
- 2) 群集荷重
0.350 t/m²



- 3) 等分布活荷重
0.350 t/m²

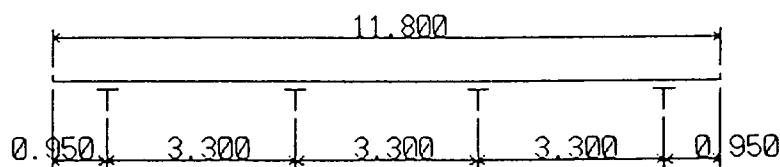


- 4) 部分等分布活荷重
1.000 t/m²

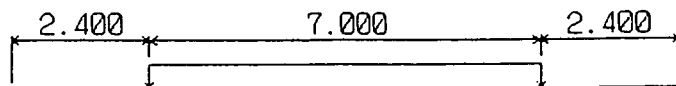


荷重図

BLOCK NO. : 1



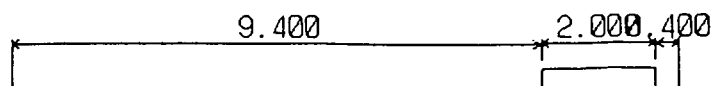
- 5) 車道部舗装
0.184 t/m²



- 6) 歩道部舗装
0.069 t/m²



- 7) 歩道部舗装
0.069 t/m²



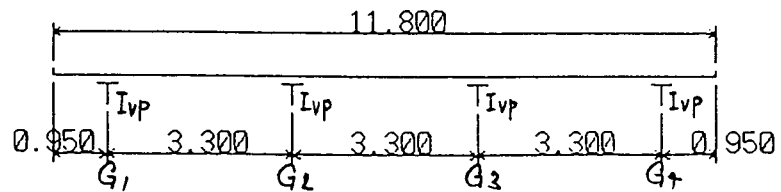
- 8) マウントアップ
0.592 t/m²



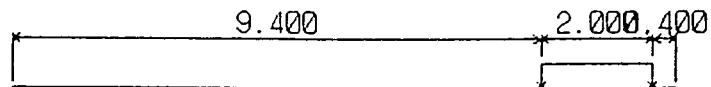
1 4) 完成後荷重載荷 (群集荷重 $w = 100 \text{ kg/m}^2$)

荷重図

BLOCK NO. : 1, 2, 3



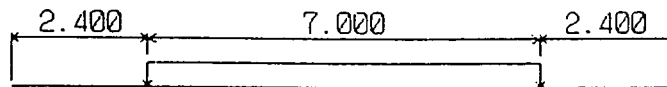
- 1) 群集荷重
 0.100 t/m^2



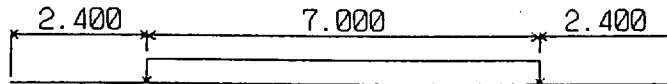
- 2) 群集荷重
 0.100 t/m^2



- 3) 等分布活荷重
 0.350 t/m^2

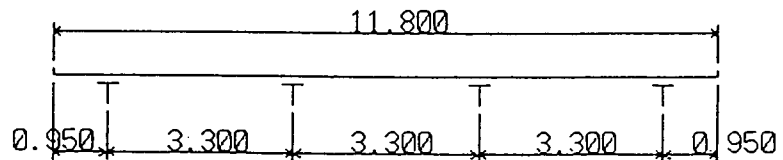


- 4) 部分等分布活荷重
 1.000 t/m^2

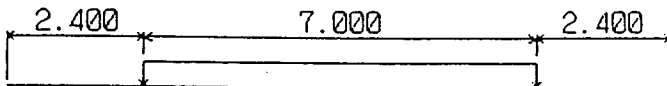


荷重図

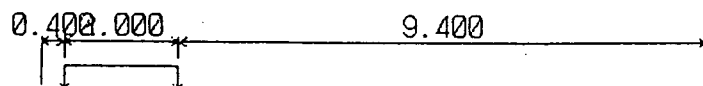
BLOCK NO. : 1



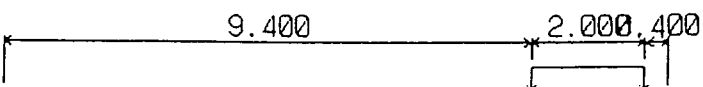
- 5) 車道部舗装
 0.184 t/m^2



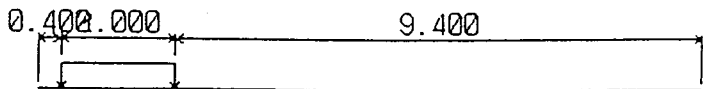
- 6) 歩道部舗装
 0.069 t/m^2



- 7) 歩道部舗装
 0.069 t/m^2

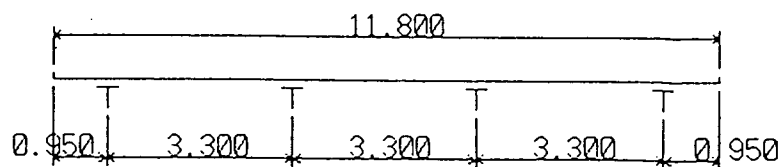


- 8) マウントアップ
 0.592 t/m^2

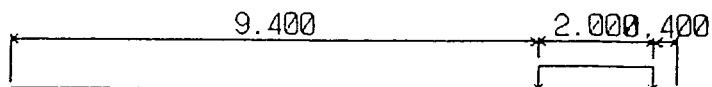


荷重図

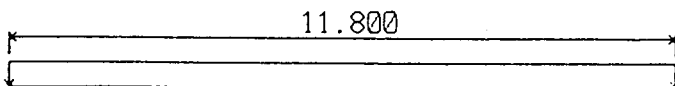
BLOCK NO. : 1



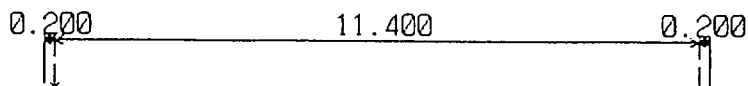
9) マウントアップ
0.592 t/m²



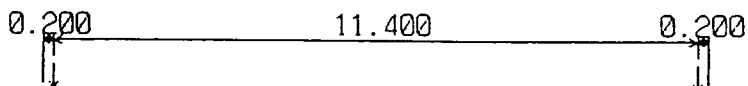
10) 雪
0.100 t/m²



11) 地覆
0.500 t/m

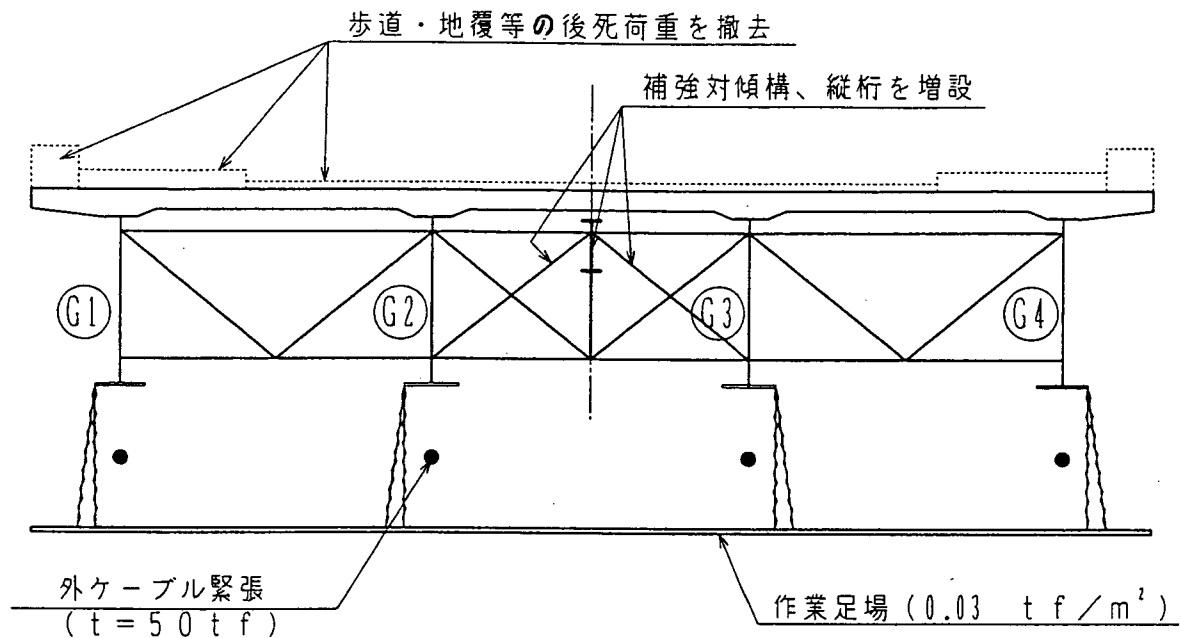


12) 高欄
0.050 t/m

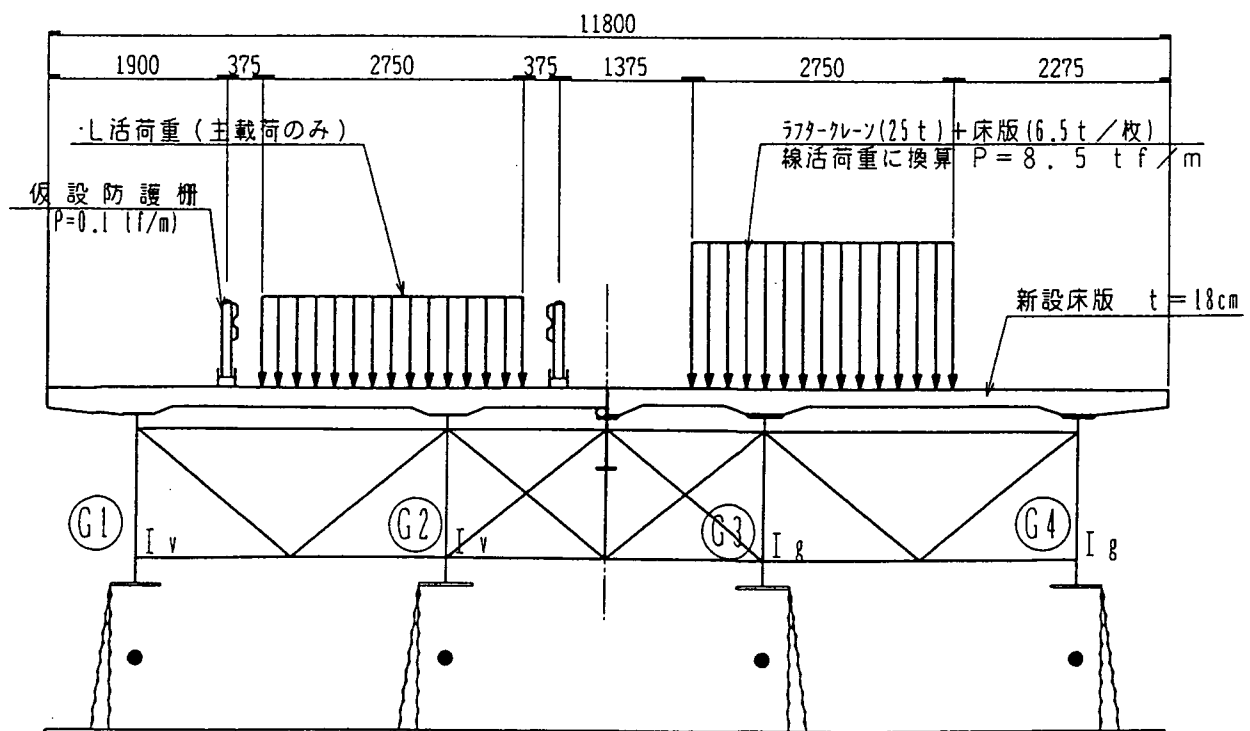


荷 重 強 度

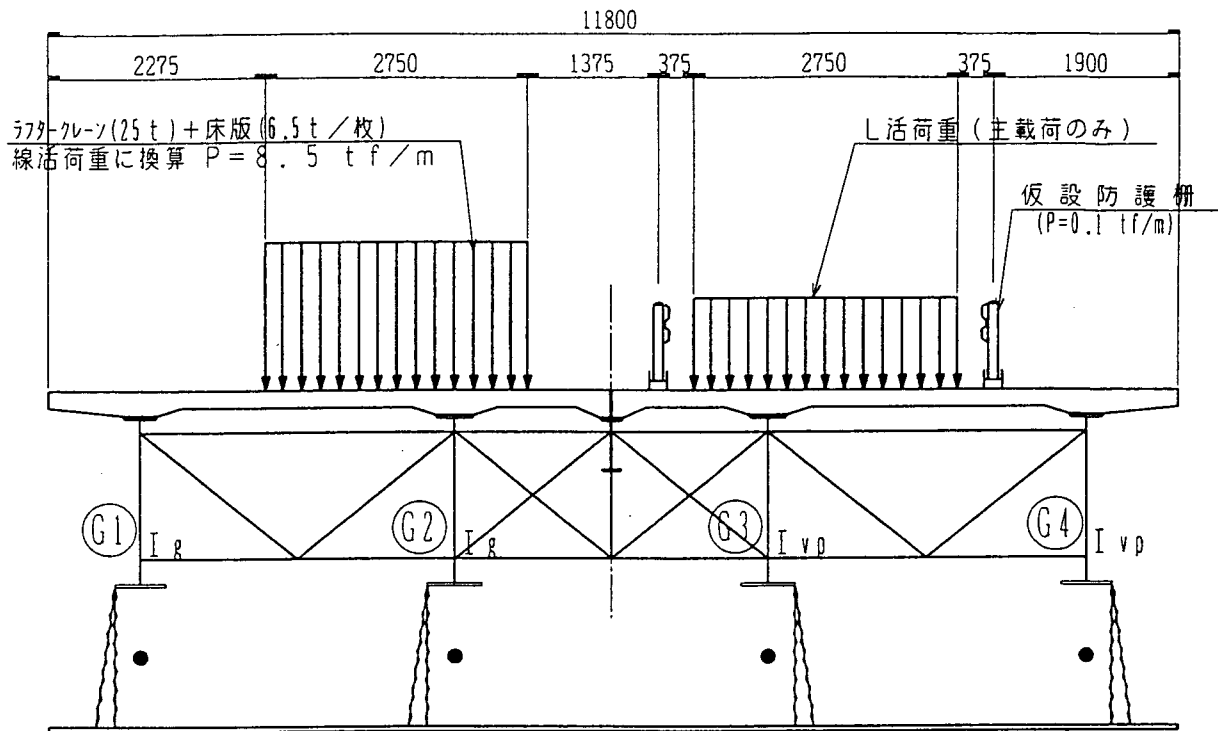
床版取り替え作業開始時



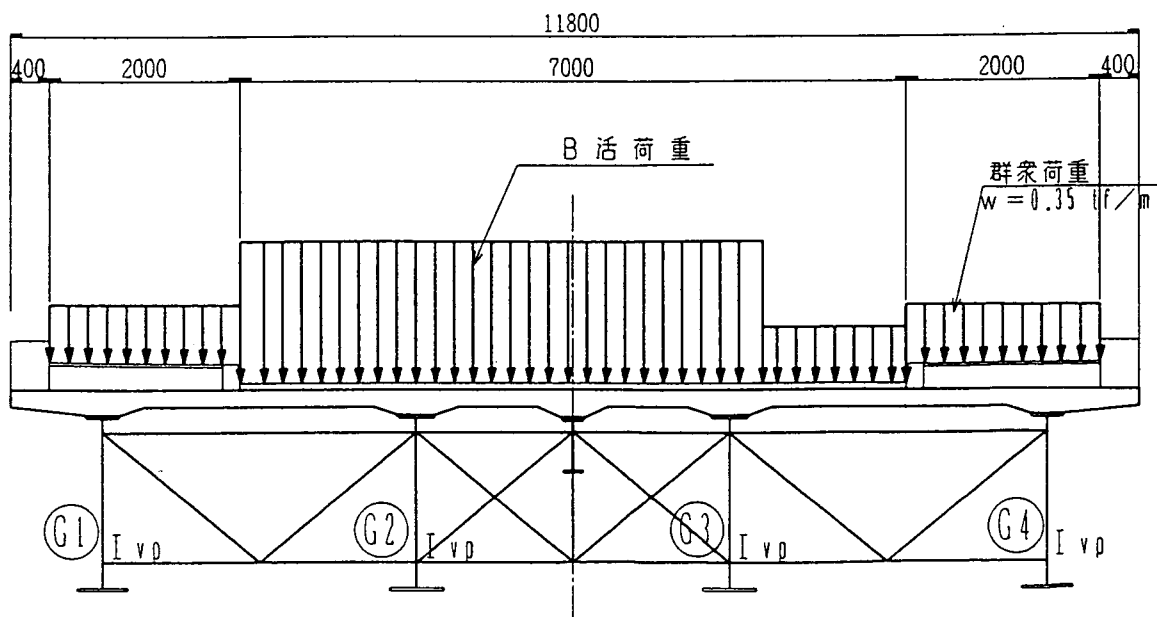
1次施工側床版取り替え作業中



2 次施工側床版取り替え作業中



完 成 系



a. 外ケーブルを使用した場合の主桁応力照査のまとめ

【歩道部群集荷重 $w=350\text{ kg/m}^2$ 】

1. 完成系

a) クリープの影響と乾燥収縮の影響を除く主荷重

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-926	-1044	-1135	-1385	-1012	-1126	-1162	-1391	-1013	-1130	-1169	-1399	-923	-1042	-1132	-1381
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	44.1%	49.7%	54.0%	66.0%	48.2%	53.6%	55.3%	66.2%	48.3%	53.8%	55.7%	66.6%	44.0%	49.6%	53.9%	65.8%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	1694	1933	1544	2088	1884	1922	1510	1981	1917	1971	1550	2040	1656	1912	1526	2060
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	80.7%	92.0%	73.5%	99.4%	89.7%	91.5%	71.9%	94.3%	91.3%	93.8%	73.8%	97.1%	78.9%	91.0%	72.7%	98.1%

b) 主荷重

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-1708	-1965	-2021	-2289	-1778	-2001	-2015	-2286	-1778	-2002	-2018	-2291	-1700	-1955	-2008	-2274
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	70.7%	81.4%	83.7%	94.8%	73.6%	82.9%	83.4%	94.6%	73.6%	82.9%	83.6%	94.9%	70.4%	80.9%	83.2%	94.2%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	1954	2137	1683	2249	2144	2104	1638	2131	2176	2151	1677	2190	1915	2114	1664	2219
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	93.1%	101.8%	80.1%	107.1%	102.1%	100.2%	78.0%	101.5%	103.6%	102.4%	79.9%	104.3%	91.2%	100.7%	79.2%	105.7%

c) 主荷重+床版と主桁の温度差

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-1916	-2174	-2225	-2493	-1988	-2211	-2221	-2492	-1988	-2213	-2225	-2497	-1908	-2163	-2213	-2478
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	70.2%	79.6%	81.5%	91.3%	72.8%	81.0%	81.4%	91.3%	72.8%	81.1%	81.5%	91.5%	69.9%	79.2%	81.1%	90.8%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	2022	2183	1715	2285	2214	2147	1668	2166	2246	2195	1708	2224	1983	2160	1696	2255
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	83.7%	90.4%	71.0%	94.6%	91.7%	88.9%	69.1%	89.7%	93.0%	90.9%	70.7%	92.1%	82.1%	89.4%	70.2%	93.4%

d) 鋼材の降伏

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-2224	-2554	-2656	-3019	-2317	-2610	-2652	-2994	-2317	-2613	-2658	-3002	-2215	-2543	-2643	-3003
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	61.8%	71.0%	73.8%	83.9%	64.4%	72.5%	73.7%	83.2%	64.4%	72.6%	73.8%	83.4%	61.5%	70.6%	73.4%	83.4%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	2882	3210	2549	3446	3285	3251	2531	3261	3327	3313	2583	3338	2831	3181	2524	3408
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	80.1%	89.2%	70.8%	95.7%	91.2%	90.3%	70.3%	90.6%	92.4%	92.0%	71.8%	92.7%	78.6%	88.3%	70.1%	94.7%

b. 外ケーブルを使用した場合の主桁応力照査のまとめ

【歩道部群集荷重 $w=100\text{ kg/m}^2$ 】

1. 完成系

a) クリープの影響と乾燥収縮の影響を除く主荷重

2

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-918	-1027	-1114	-1362	-1009	-1118	-1151	-1377	-1011	-1122	-1158	-1385	-915	-1026	-1111	-1359
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	43.7%	48.9%	53.0%	64.9%	48.1%	53.2%	54.8%	65.6%	48.1%	53.5%	55.1%	66.0%	43.6%	48.8%	52.9%	64.7%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	1600	1822	1457	1979	1827	1855	1454	1896	1860	1903	1494	1955	1562	1801	1439	1951
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	76.2%	86.8%	69.4%	94.2%	87.0%	88.3%	69.2%	90.3%	88.6%	90.6%	71.2%	93.1%	74.4%	85.8%	68.5%	92.9%

b) 主荷重

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-1699	-1949	-1999	-2266	-1775	-1993	-2003	-2272	-1775	-1995	-2007	-2277	-1692	-1938	-1987	-2251
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	70.4%	80.7%	82.8%	93.8%	73.5%	82.5%	83.0%	94.1%	73.5%	82.6%	83.1%	94.3%	70.1%	80.3%	82.3%	93.2%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	1860	2026	1596	2140	2087	2036	1581	2047	2119	2084	1621	2105	1820	2003	1576	2110
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	88.6%	96.5%	76.0%	101.9%	99.4%	97.0%	75.3%	97.5%	100.9%	99.2%	77.2%	100.3%	86.7%	95.4%	75.1%	100.5%

c) 主荷重+床版と主桁の温度差

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-1907	-2157	-2204	-2470	-1986	-2204	-2210	-2478	-1985	-2205	-2214	-2483	-1900	-2146	-2191	-2456
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	69.9%	79.0%	80.7%	90.5%	72.7%	80.7%	81.0%	90.8%	72.7%	80.8%	81.1%	91.0%	69.6%	78.6%	80.3%	89.9%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	1928	2072	1628	2176	2157	2080	1612	2081	2189	2128	1652	2140	1888	2049	1608	2146
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	79.8%	85.8%	67.4%	90.1%	89.3%	86.1%	66.7%	86.2%	90.6%	88.1%	68.4%	88.6%	78.2%	84.8%	66.6%	88.9%

d) 鋼材の降伏

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-2207	-2521	-2613	-2974	-2311	-2595	-2629	-2966	-2311	-2598	-2635	-2973	-2199	-2510	-2600	-2958
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	61.3%	70.0%	72.6%	82.6%	64.2%	72.1%	73.0%	82.4%	64.2%	72.2%	73.2%	82.6%	61.1%	69.7%	72.2%	82.2%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	2693	2989	2375	3228	3170	3117	2419	3092	3212	3179	2471	3169	2642	2959	2350	3190
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	74.8%	83.0%	66.0%	89.7%	88.1%	86.6%	67.2%	85.9%	89.2%	88.3%	68.6%	88.0%	73.4%	82.2%	65.3%	88.6%

c. 外ケーブルを使用しない場合の主桁応力照査のまとめ

【歩道部群集荷重 $w=350\text{ kg/m}^2$ 】

1. 完成系

a) クリープの影響と乾燥収縮の影響を除く主荷重

3

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-926	-1528	-1464	-1731	-1012	-1588	-1470	-1712	-1013	-1592	-1477	-1721	-923	-1526	-1461	-1727
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	44.1%	72.8%	69.7%	82.4%	48.2%	75.6%	70.0%	81.5%	48.3%	75.8%	70.3%	81.9%	44.0%	72.7%	69.6%	82.2%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	1694	2043	1597	2151	1884	2021	1557	2037	1917	2069	1597	2096	1656	2022	1579	2123
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	80.7%	97.3%	76.0%	102.4%	89.7%	96.2%	74.2%	97.0%	91.3%	98.5%	76.1%	99.8%	78.9%	96.3%	75.2%	101.1%

b) 主荷重

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-1708	-2371	-2284	-2566	-1778	-2401	-2269	-2552	-1778	-2402	-2273	-2558	-1700	-2360	-2272	-2551
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415	-2415
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	70.7%	98.2%	94.6%	106.3%	73.6%	99.4%	94.0%	105.7%	73.6%	99.5%	94.1%	105.9%	70.4%	97.7%	94.1%	105.6%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	1954	2230	1726	2300	2144	2189	1677	2178	2176	2237	1716	2236	1915	2207	1706	2270
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	93.1%	106.2%	82.2%	109.5%	102.1%	104.3%	79.8%	103.7%	103.6%	106.5%	81.7%	106.5%	91.2%	105.1%	81.3%	108.1%

c) 主荷重+床版と主桁の温度差

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-1916	-2579	-2489	-2771	-1988	-2611	-2476	-2759	-1988	-2613	-2480	-2764	-1908	-2568	-2476	-2756
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730	-2730
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	70.2%	94.5%	91.2%	101.5%	72.8%	95.7%	90.7%	101.1%	72.8%	95.7%	90.8%	101.3%	69.9%	94.1%	90.7%	100.9%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	2022	2276	1758	2336	2214	2233	1707	2212	2246	2280	1747	2271	1983	2252	1738	2306
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415	2415
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	83.7%	94.2%	72.8%	96.7%	91.7%	92.4%	70.7%	91.6%	93.0%	94.4%	72.3%	94.0%	82.1%	93.3%	72.0%	95.5%

d) 鋼材の降伏

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	$\bar{\sigma}_{su}(\text{kgf/cm}^2)$	-2224	-3105	-3018	-3400	-2317	-3149	-2999	-3357	-2317	-3152	-3005	-3365	-2215	-3094	-3005	-3384
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600	-3600
	$\bar{\sigma}_{su}/\bar{\sigma}_a$	61.8%	86.2%	83.8%	94.5%	64.4%	87.5%	83.3%	93.3%	64.4%	87.5%	83.5%	93.5%	61.5%	85.9%	83.5%	94.0%
下フランジ	$\bar{\sigma}_{sl}(\text{kgf/cm}^2)$	2882	3336	2608	3516	3285	3366	2585	3325	3327	3429	2636	3401	2831	3306	2583	3478
	$\bar{\sigma}_a(\text{kgf/cm}^2)$	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
	$\bar{\sigma}_{sl}/\bar{\sigma}_a$	80.1%	92.7%	72.4%	97.7%	91.2%	93.5%	71.8%	92.4%	92.4%	95.2%	73.2%	94.5%	78.6%	91.8%	71.7%	96.6%

d. 外ケーブルを使用した、作業中の桁応力照査

a) 一次施工中 (G-3, G-4非合成)

一次施工側：プレキャスト床版架設完了+25tラフタークレーン (床版吊り走行)

二次施工側：活荷重 (2.75m幅のL-20活荷重)

4

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	σ_{su} (kgf/cm ²)	-898	-1441	-1324	-1572	-988	-1517	-1361	-1597	-1468	-1632	-1522	-1748	-1163	-1395	-1391	-1766
	σ_a (kgf/cm ²)	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-1447	-1579	-1740	-1740	-1447	-1519	-1663	-1663
	σ_{su}/σ_a	42.8%	68.6%	63.0%	74.9%	47.0%	72.2%	64.8%	76.1%	101.5%	103.4%	87.5%	100.5%	80.4%	91.8%	83.6%	106.2%
下フランジ	σ_{sl} (kgf/cm ²)	1051	742	625	929	1389	975	776	1059	1318	724	592	796	1045	610	535	827
	σ_a (kgf/cm ²)	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	σ_{sl}/σ_a	50.1%	35.3%	29.8%	44.2%	66.1%	46.4%	37.0%	50.4%	62.8%	34.5%	28.2%	37.9%	49.8%	29.1%	25.5%	39.4%

b) 二次施工中 (G-1, G-2非合成)

一次施工側：活荷重 (2.75m幅のL-20活荷重)

二次施工側：プレキャスト床版架設完了+25tラフタークレーン (床版吊り走行)

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	σ_{su} (kgf/cm ²)	-1163	-1396	-1393	-1768	-1468	-1630	-1517	-1742	-985	-1509	-1353	-1586	-865	-1381	-1272	-1522
	σ_a (kgf/cm ²)	-1447	-1519	-1663	-1663	-1447	-1579	-1740	-1740	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100
	σ_{su}/σ_a	80.4%	91.9%	83.8%	106.3%	101.4%	103.2%	87.2%	100.1%	46.9%	71.8%	64.4%	75.5%	41.2%	65.8%	60.6%	72.5%
下フランジ	σ_{sl} (kgf/cm ²)	1061	631	553	854	1278	676	552	739	1350	933	742	1016	988	662	564	851
	σ_a (kgf/cm ²)	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	σ_{sl}/σ_a	50.5%	30.0%	26.3%	40.7%	60.8%	32.2%	26.3%	35.2%	64.3%	44.4%	35.4%	48.4%	47.0%	31.5%	26.9%	40.5%

e. 外ケーブルを使用しない作業中の桁応力照査

a) 一次施工中 (G-3, G-4非合成)

一次施工側：プレキャスト床版架設完了+25tラフタークレーン (床版吊り走行)

二次施工側：活荷重 (2.75m幅のL-20活荷重)

5

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	σ_{su} (kgf/cm ²)	-898	-1446	-1338	-1584	-988	-1518	-1370	-1605	-1468	-2099	-1842	-2080	-1163	-1895	-1743	-2132
	σ_a (kgf/cm ²)	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-1447	-1579	-1740	-1740	-1447	-1519	-1663	-1663
	σ_{su}/σ_a	42.8%	68.9%	63.7%	75.4%	47.0%	72.3%	65.2%	76.4%	101.5%	132.9%	105.9%	119.5%	80.4%	124.8%	104.8%	128.2%
下フランジ	σ_{sl} (kgf/cm ²)	1051	1240	954	1308	1389	1427	1074	1401	1318	1275	937	1195	1045	1224	921	1274
	σ_a (kgf/cm ²)	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	σ_{sl}/σ_a	50.1%	59.1%	45.4%	62.3%	66.1%	68.0%	51.2%	66.7%	62.8%	60.7%	44.6%	56.9%	49.8%	58.3%	43.9%	60.7%

b) 二次施工中 (G-1, G-2非合成)

一次施工側：活荷重 (2.75m幅のL-20活荷重)

二次施工側：プレキャスト床版架設完了+25tラフタークレーン (床版吊り走行)

		G-1				G-2				G-3				G-4			
		SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4	SEC-1	SEC-2	SEC-3	SEC-4
上フランジ	σ_{su} (kgf/cm ²)	-1163	-1896	-1744	-2135	-1468	-2096	-1837	-2074	-985	-1513	-1366	-1597	-865	-1397	-1295	-1543
	σ_a (kgf/cm ²)	-1447	-1519	-1663	-1663	-1447	-1579	-1740	-1740	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100	-2100
	σ_{su}/σ_a	80.4%	124.8%	104.9%	128.4%	101.4%	132.8%	105.6%	119.2%	46.9%	72.1%	65.0%	76.0%	41.2%	66.5%	61.7%	73.5%
下フランジ	σ_{sl} (kgf/cm ²)	1061	1245	938	1301	1278	1228	898	1137	1350	1386	1041	1358	988	1166	897	1235
	σ_a (kgf/cm ²)	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100
	σ_{sl}/σ_a	50.5%	59.3%	44.7%	61.9%	60.8%	58.5%	42.8%	54.1%	64.3%	66.0%	49.6%	64.7%	47.0%	55.5%	42.7%	58.8%

f. 施工ステップごとの主桁応力照査
【外ケーブルを使用した場合】

a - (ステップ1) 一次施工側 (G-3, 4) の床版を取り替えた状態

	G-1															6
	SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 合成前死荷重	97.311	Ig	-882.2	812.7	179.875	Ig	-1407.3	933.0	219.444	Ig	-1282.1	697.0	253.469	Ig	-1515.9	931.6
② 後死荷重の有効分	5.470	Iv	-1.7	2.9	10.338	Iv	-4.1	3.6	12.800	Iv	-5.8	2.9	15.429	Iv	-6.7	4.1
③ 後死荷重の除荷 (計算上)	-5.470	Iv	1.7	-29.0	-10.337	Iv	4.1	-35.9	-12.800	Iv	5.8	-29.3	-15.428	Iv	6.7	-40.8
④ 既設床版撤去時	32.180	Iv	-10.0	170.5	63.227	Iv	-25.1	219.5	80.092	Iv	-36.0	183.4	104.626	Iv	-45.5	276.4
⑤ プレキャスト床版架設時	-20.996	Iv	6.6	-111.2	-41.933	Iv	16.6	-145.6	-53.580	Iv	24.1	-122.7	-72.026	Iv	31.3	-190.3
⑥ Σ ①~④ 既設床版撤去時応力度		Iv	-892.3	957.1		Iv	-1432.4	1120.2		Iv	-1318.1	854.1		Iv	-1561.4	1171.3
⑦ Σ ①~⑤ プレキャスト床版架設時応力度		Iv	-885.7	845.8		Iv	-1415.7	974.6		Iv	-1294.0	731.4		Iv	-1530.1	981.0
⑧ 二次施工側活荷重応力度 (L-20)	38.331	Iv	-12.0	203.1	75.695	Iv	-30.0	262.8	96.347	Iv	-43.3	220.6	122.824	Iv	-53.4	324.5
⑨ ⑥+⑧ 既設床版を撤去した状態で 二次施工側を活荷重が走行	σ_a		-904.2 -2100.0	1160.2			-1462.4 -2100.0	1383.0			-1361.5 -2100.0	1074.7			-1614.8 -2100.0	1495.8
⑩ 一次施工側をラフ-クレーンが走行	0.458	Iv	-0.1	2.4	0.877	Iv	-0.3	3.0	1.022	Iv	-0.5	2.3	1.013	Iv	-0.4	2.7
⑪ ⑦+⑧+⑩ 床版架設時、両側車線を 活荷重とクレーンが走行	σ_a		-897.8 -2100.0	1051.4			-1446.1 -2100.0	1240.4			-1337.8 -2100.0	954.4			-1583.9 -2100.0	1308.2
主桁導入軸力 (P)					-50.000	t			-50.000	t			-50.000	t		
桁下から軸力導入位置までの距離					1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)					2.603	m			2.507	m			2.543	m		
偏心モーメント (P・e)					-130.150	tm			-125.350	tm			-127.150	tm		
⑫ 軸力導入による応力度							5.0	-498.4			13.9	-329.6			11.6	-379.6
⑬ ⑨+⑫			-904.2	1160.2			-1457.3	884.6			-1347.6	745.2			-1603.2	1116.2
⑭ ⑪+⑫			-897.8	1051.4			-1441.0	742.0			-1323.9	624.8			-1572.3	928.6

G-2															7	
	SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
	M(tm)		bu	bl	M(tm)		bu	bl	M(tm)		bu	bl	M(tm)		bu	bl
① 合成前死荷重	106.719	Ig	-967.5	891.2	197.440	Ig	-1465.4	915.7	240.996	Ig	-1298.1	680.9	278.197	Ig	-1528.9	905.2
② 後死荷重の有効分	7.186	Iv	-1.4	3.8	13.004	Iv	-3.9	4.1	15.621	Iv	-5.5	3.2	17.232	Iv	-5.9	4.1
③ 後死荷重の除荷 (計算上)	-7.186	Iv	1.4	-38.0	-13.003	Iv	3.9	-40.9	-15.622	Iv	5.5	-32.3	-17.231	Iv	5.9	-41.0
④ 既設床版撤去時	-44.978	Iv	9.0	-238.0	-89.222	Iv	27.0	-280.7	-113.266	Iv	40.0	-234.4	-151.175	Iv	51.4	-359.4
⑤ プレキャスト床版架設時	51.796	Iv	-10.4	274.1	100.879	Iv	-30.5	317.4	126.633	Iv	-44.7	262.1	163.635	Iv	-55.6	389.0
⑥ Σ①～④ 既設床版撤去時応力度		Iv	-958.5	619.0		Iv	-1438.4	598.1		Iv	-1258.1	417.3		Iv	-1477.5	508.9
⑦ Σ①～⑤ プレキャスト床版架設時応力度		Iv	-968.9	893.1		Iv	-1468.9	915.5		Iv	-1302.8	679.4		Iv	-1533.1	897.9
⑧ 二次施工側活荷重応力度 (L-20)	62.305	Iv	-12.5	329.7	104.501	Iv	-31.6	328.8	120.985	Iv	-42.7	250.4	119.681	Iv	-40.7	284.5
⑨ ⑥+⑧ 既設床版を撤去した状態で 二次施工側を活荷重が走行	ba		-971.0 -2100.0	948.7			-1470.0 -2100.0	926.9			-1300.8 -2100.0	667.7			-1518.2 -2100.0	793.4
⑩ 一次施工側をウツクルンが走行	31.396	Iv	-6.3	166.1	58.175	Iv	-17.6	183.0	69.852	Iv	-24.7	144.6	92.080	Iv	-31.3	218.9
⑪ ⑦+⑧+⑩ 床版架設時、両側車線を 活荷重とクルンが走行	ba		-987.7 -2100.0	1388.9			-1518.1 -2100.0	1427.4			-1370.2 -2100.0	1074.4			-1605.1 -2100.0	1401.4
主桁導入軸力 (P)					-50.000	t			-50.000	t			-50.000	t		
桁下から軸力導入位置までの距離					1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)					2.632	m			2.542	m			2.574	m		
偏心モーメント (P・e)					-131.600	tm			-127.100	tm			-128.700	tm		
⑫ 軸力導入による応力度							1.5	-452.4			9.6	-298.3			7.6	-342.1
⑬ ⑨+⑫			-971.0	948.7			-1468.5	474.5			-1291.2	369.4			-1510.6	451.3
⑭ ⑪+⑫			-987.7	1388.9			-1516.7	974.9			-1360.6	776.1			-1597.5	1059.3

G-3															8	
	SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 合成前死荷重	106.719	Ig	-967.5	891.2	197.439	Ig	-1465.4	915.7	240.996	Ig	-1298.1	680.9	278.197	Ig	-1528.9	905.2
② 後死荷重の有効分	7.186	Iv	-1.4	3.8	13.004	Iv	-3.9	4.1	15.621	Iv	-5.5	3.2	17.232	Iv	-5.9	4.1
③ 後死荷重の除荷 (計算上)	-7.186	Iv	1.4	-38.0	-13.007	Iv	3.9	-40.9	-15.619	Iv	5.5	-32.3	-17.232	Iv	5.9	-41.0
④ 既設床版撤去時	-47.211	Ig	428.0	-394.3	-86.164	Ig	639.5	-399.6	-104.975	Ig	565.4	-296.6	-116.368	Ig	639.5	-378.6
⑤ プレキャスト床版架設時	46.443	Ig	-421.0	387.9	84.569	Ig	-627.7	392.2	102.880	Ig	-554.2	290.7	113.426	Ig	-623.4	369.1
⑥ Σ ①~④ 既設床版撤去時応力度		Ig	-539.5	462.7		Ig	-825.9	479.2		Ig	-732.7	355.2		Ig	-889.4	489.7
⑦ Σ ①~⑤ プレキャスト床版架設時応力度		Ig	-960.5	850.6		Ig	-1453.5	871.4		Ig	-1286.8	645.8		Ig	-1512.7	858.7
⑧ 二次施工側活荷重応力度 (L-20)	10.919	Ig	-99.0	91.2	20.394	Ig	-151.4	94.6	24.756	Ig	-133.3	69.9	30.817	Ig	-169.4	100.3
⑨ ⑥+⑧ 既設床版を撤去した状態で 二次施工側を活荷重が走行	σ_a		-638.5 -1447.0	553.9			-977.2 -1579.0	573.8			-866.0 -1740.0	425.1			-1058.7 -1740.0	589.9
⑩ 一次施工側をウツクレーンが走行	45.078	Ig	-408.7	376.5	66.556	Ig	-494.0	308.7	78.324	Ig	-421.9	221.3	72.389	Ig	-397.8	235.5
⑪ ⑦+⑧+⑩ 床版架設時、両側車線を 活荷重とクレーンが走行	σ_a		-1468.2 -1447.0	1318.2			-2098.8 -1579.0	1274.7			-1842.1 -1740.0	937.1			-2079.9 -1740.0	1194.5
主桁導入軸力 (P)					-50.000	t			-50.000	t			-50.000	t		
桁下から軸力導入位置までの距離					1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)					1.688	m			1.621	m			1.669	m		
偏心モーメント (P・e)					-84.400	tm			-81.050	tm			-83.450	tm		
⑫ 軸力導入による応力度							466.7	-551.1			320.1	-345.5			332.0	-398.1
⑬ ⑨+⑫			-638.5	553.9			-510.5	22.7			-545.9	79.7			-726.7	191.8
⑭ ⑪+⑫			-1468.2	1318.2			-1632.1	723.6			-1522.0	591.6			-1747.9	796.4
⑮ ⑦+⑫ 解放前応力度			-960.5	850.6			-986.8	320.3			-966.8	300.4			-1180.7	460.6

G-4

9

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4		
	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 合成前死荷重	97.311	Ig	-882.2	812.7	179.875	Ig	-1407.3	933.0	219.444	Ig	-1282.1	697.0
② 後死荷重の有効分	5.470	Iv	-1.7	2.9	10.338	Iv	-4.1	3.6	12.800	Iv	-5.8	2.9
③ 後死荷重の除荷 (計算上)	-5.470	Iv	1.7	-29.0	-10.336	Iv	4.1	-35.9	-12.803	Iv	5.8	-29.3
④ 既設床版撤去時	-72.660	Ig	658.7	-606.8	-132.511	Ig	1036.7	-687.3	-159.772	Ig	933.5	-507.5
⑤ プレキャスト床版架設時	68.562	Ig	-621.6	572.6	125.375	Ig	-980.9	650.3	151.452	Ig	-884.9	481.1
⑥ Σ ①~④ 既設床版撤去時応力度		Ig	-223.5	179.8		Ig	-370.6	213.4		Ig	-348.6	163.2
⑦ Σ ①~⑤ プレキャスト床版架設時応力度		Ig	-845.1	752.4		Ig	-1351.5	863.7		Ig	-1233.5	644.2
⑧ 二次施工側活荷重応力度 (L-20)	5.181	Ig	-47.0	43.3	10.758	Ig	-84.2	55.8	14.198	Ig	-83.0	45.1
⑨ ⑥+⑧ 既設床版を撤去した状態で 二次施工側を活荷重が走行	σ_a		-270.5 -1447.0	223.0			-454.7 -1519.0	269.2			-431.6 -1663.0	208.3
⑩ 一次施工側をウカークレーンが走行	29.872	Ig	-270.8	249.5	58.713	Ig	-459.4	304.5	72.926	Ig	-426.1	231.6
⑪ ⑦+⑧+⑩ 床版架設時、両側車線を 活荷重とクレーンが走行	σ_a		-1162.8 -1447.0	1045.1			-1895.0 -1519.0	1224.0			-1742.5 -1663.0	921.0
主桁導入軸力 (P)					-50.000	t			-50.000	t		
桁下から軸力導入位置までの距離					1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)					1.712	m			1.635	m		
偏心モーメント (P · e)					-85.600	tm			-81.750	tm		
⑫ 軸力導入による応力度							499.8	-613.9			351.6	-385.7
⑬ ⑨+⑫			-270.5	223.0			45.1	-344.7			-80.0	-177.5
⑭ ⑪+⑫			-1162.8	1045.1			-1395.2	610.1			-1391.0	535.2
⑮ ⑦+⑫ 解放前応力度			-845.1	752.4			-851.7	249.8			-881.9	258.5

b - (ステップ2) 二次施工側 (G-1, 2) の床版を取り替えた状態

	G-1												10			
	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4						
	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 一次施工完了時応力度		Iv	-885.7	845.8		Iv	-1415.7	974.6		Iv	-1294.0	731.4		Iv	-1530.1	981.0
② 後死荷重を除荷	-8.043	Iv	2.5	-42.6	-15.023	Iv	6.0	-52.2	-18.500	Iv	8.3	-42.4	-21.833	Iv	9.5	-57.7
③ 既設床版撤去時	-72.866	Ig	660.6	-608.5	-132.977	Ig	1040.4	-689.7	-160.379	Ig	937.0	-509.4	-180.302	Ig	1078.3	-662.7
④ プレキャスト床版架設時	68.723	Ig	-623.0	573.9	125.745	Ig	-983.8	652.2	151.933	Ig	-887.7	482.6	171.898	Ig	-1028.1	631.8
⑤ Σ ①～③ 既設床版撤去時応力度		Ig	-222.6	194.7		Ig	-369.4	232.7		Ig	-348.7	179.6		Ig	-442.3	260.7
⑥ Σ ①～④ プレキャスト床版架設時応力度		Ig	-845.6	768.6		Ig	-1353.2	884.9		Ig	-1236.4	662.2		Ig	-1470.3	892.5
⑦ 一次施工側活荷重応力度 (L-20)	5.067	Ig	-45.9	42.3	10.516	Ig	-82.3	54.5	13.878	Ig	-81.1	44.1	19.656	Ig	-117.6	72.2
⑧ ⑤+⑦ 既設床版を撤去した状態で 一次施工側を活荷重が走行	σ_a		-268.5 -1447.0	237.0			-451.7 -1519.0	287.3			-429.8 -1663.0	223.7			-559.8 -1663.0	332.9
⑨ 二次施工側をラフター・クレーンが走行	29.907	Ig	-271.1	249.8	58.811	Ig	-460.1	305.0	73.079	Ig	-427.0	232.1	91.449	Ig	-546.9	336.1
⑩ ⑥+⑦+⑨ 床版架設時、両側車線を 活荷重とクレーンが走行	σ_a		-1162.7 -1447.0	1060.7			-1895.6 -1519.0	1244.5			-1744.4 -1663.0	938.4			-2134.8 -1663.0	1300.8
主桁導入軸力 (P)					-50.000	t			-50.000	t			-50.000	t		
桁下から軸力導入位置までの距離					1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)					1.712	m			1.635	m			1.684	m		
偏心モーメント (P・e)					-85.600	tm			-81.750	tm			-84.200	tm		
⑪ 軸力導入による応力度							499.8	-613.9			351.6	-385.7			366.5	-446.5
⑫ ⑧+⑪			-268.5	237.0			48.1	-326.6			-78.2	-162.1			-193.3	-113.6
⑬ ⑩+⑪			-1162.7	1060.7			-1395.8	630.6			-1392.9	552.6			-1768.3	854.3
⑭ ⑥+⑪ 解放前応力度			-845.6	768.6			-853.4	271.0			-884.8	276.4			-1103.8	445.9

G-2

11

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4		
	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 一次施工完了時応力度		Iv	-968.9	893.1		Iv	-1468.9	915.5		Iv	-1302.8	679.4
② 後死荷重を除荷	-14.738	Iv	3.0	-78.0	-27.065	Iv	8.2	-85.2	-32.727	Iv	11.6	-67.7
③ 既設床版撤去時	-47.352	Ig	429.3	-395.4	-86.258	Ig	640.2	-400.0	-105.258	Ig	567.0	-297.4
④ プレキャスト床版架設時	46.587	Ig	-422.4	389.1	84.692	Ig	-628.6	392.8	103.153	Ig	-555.6	291.4
⑤ Σ ①～③ 既設床版撤去時応力度		Ig	-536.6	419.7		Ig	-820.5	430.3		Ig	-724.3	314.3
⑥ Σ ①～④ プレキャスト床版架設時応力度		Ig	-959.0	808.7		Ig	-1449.1	823.1		Ig	-1279.9	605.7
⑦ 一次施工側活荷重応力度 (L-20)	10.971	Ig	-99.5	91.6	20.523	Ig	-152.3	95.2	24.933	Ig	-134.3	70.4
⑧ ⑤+⑦ 既設床版を撤去した状態で 一次施工側を活荷重が走行	σ_a		-636.1 -1447.0	511.3			-972.8 -1579.0	525.5			-858.6 -1740.0	384.8
⑨ 二次施工側をウタークレーンが走行	45.168	Ig	-409.5	377.2	66.681	Ig	-494.9	309.3	78.501	Ig	-422.8	221.8
⑩ ⑥+⑦+⑨ 床版架設時、両側車線を 活荷重とクレーンが走行	σ_a		-1467.9 -1447.0	1277.5			-2096.3 -1579.0	1227.6			-1837.1 -1740.0	898.0
主桁導入軸力 (P)					-50.000	t			-50.000	t		
桁下から軸力導入位置までの距離					1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)					1.688	m			1.621	m		
偏心モーメント (P・e)					-84.400	tm			-81.050	tm		
⑪ 軸力導入による応力度							466.7	-551.1			320.1	-345.5
⑫ ⑧+⑪			-636.1	511.3			-506.1	-25.6			-538.5	39.3
⑬ ⑩+⑪			-1467.9	1277.5			-1629.6	676.4			-1517.0	552.5
⑭ ⑥+⑪ 解放前応力度			-959.0	808.7			-982.4	272.0			-959.9	260.3

G-3

12

	SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 一次施工完了時応力度		Ig	-960.5	850.6		Ig	-1453.5	871.4		Ig	-1286.8	645.8		Ig	-1512.7	858.7
② 後死荷重を除荷	-6.282	Ivp	1.6	-33.3	-11.246	Ivp	4.1	-35.4	-13.527	Ivp	5.6	-28.0	-14.286	Ivp	5.7	-34.0
③ 既設床版撤去時	-44.079	Ivp	11.6	-233.4	-87.634	Ivp	32.0	-275.7	-110.080	Ivp	45.4	-227.9	-146.788	Ivp	58.7	-349.0
④ プレキャスト床版架設時	51.022	Ivp	-13.4	270.1	99.523	Ivp	-36.3	313.1	123.882	Ivp	-51.1	256.5	159.801	Ivp	-63.9	379.9
⑤ Σ ①～③ 既設床版撤去時応力度		Ivp	-947.3	584.0		Ivp	-1417.4	560.3		Ivp	-1235.8	389.9		Ivp	-1448.3	475.7
⑥ Σ ①～④ プレキャスト床版架設時応力度		Ivp	-960.7	854.1		Ivp	-1453.7	873.5		Ivp	-1286.9	646.4		Ivp	-1512.2	855.7
⑦ 一次施工側活荷重応力度 (L-20)	62.633	Ivp	-16.4	331.6	105.201	Ivp	-38.4	331.0	121.884	Ivp	-50.3	252.3	120.994	Ivp	-48.4	287.7
⑧ ⑤+⑦ 既設床版を撤去した状態で 一次施工側を活荷重が走行	σ_a		-963.8 -2100.0	915.6			-1455.8 -2100.0	891.3			-1286.1 -2100.0	642.3			-1496.7 -2100.0	763.4
⑨ 二次施工側をウタークレーンが走行	31.054	Ivp	-8.1	164.4	57.597	Ivp	-21.0	181.2	68.681	Ivp	-28.3	142.2	90.438	Ivp	-36.2	215.0
⑩ ⑥+⑦+⑨ 床版架設時、両側車線を 活荷重とクレーンが走行	σ_a		-985.3 -2100.0	1350.1			-1513.2 -2100.0	1385.7			-1365.6 -2100.0	1040.9			-1596.8 -2100.0	1358.4
主桁導入軸力 (P)					-50.000	t			-50.000	t			-50.000	t		
桁下から軸力導入位置までの距離					1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)					2.603	m			2.505	m			2.540	m		
偏心モーメント (P・e)					-130.150	tm			-125.250	tm			-127.000	tm		
⑪ 軸力導入による応力度							4.5	-452.5			12.6	-298.4			10.6	-342.2
⑫ ⑧+⑪			-963.8	915.6			-1451.3	438.8			-1273.6	343.8			-1486.1	421.3
⑬ ⑩+⑪			-985.3	1350.1			-1508.7	933.2			-1353.0	742.5			-1586.2	1016.2

	SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 一次施工完了時応力度		Ig	-845.1	752.4		Ig	-1351.5	863.7		Ig	-1233.5	644.2		Ig	-1466.7	864.7
② 後死荷重を除荷	-6.296	Ivp	3.0	-34.2	-11.875	Ivp	6.3	-42.1	-14.647	Ivp	8.3	-34.2	-17.747	Ivp	9.9	-47.8
③ 既設床版撤去時	31.627	Ivp	-14.9	171.6	62.200	Ivp	-33.2	220.3	77.759	Ivp	-44.1	181.4	101.564	Ivp	-56.6	273.4
④ プレキャスト床版架設時	-20.529	Ivp	9.7	-111.4	-41.071	Ivp	21.9	-145.5	-51.553	Ivp	29.3	-120.2	-69.369	Ivp	38.6	-186.8
⑤ Σ ①～③ 既設床版撤去時応力度		Ivp	-857.0	889.8		Ivp	-1378.3	1041.9		Ivp	-1269.3	791.4		Ivp	-1513.4	1090.3
⑥ Σ ①～④ プレキャスト床版架設時応力度		Ivp	-847.3	778.4		Ivp	-1356.4	896.4		Ivp	-1240.1	671.2		Ivp	-1474.8	903.6
⑦ 一次施工側活荷重応力度 (L-20)	38.063	Ivp	-17.9	206.5	75.187	Ivp	-40.2	266.3	95.688	Ivp	-54.3	223.2	121.879	Ivp	-67.9	328.1
⑧ ⑤+⑦ 既設床版を撤去した状態で 一次施工側を活荷重が走行	σ_a		-874.9 -2100.0	1096.3			-1418.5 -2100.0	1308.2			-1323.7 -2100.0	1014.6			-1581.3 -2100.0	1418.5
⑨ 二次施工側をウツクレーンが走行	0.475	Ivp	-0.2	2.6	0.911	Ivp	-0.5	3.2	1.120	Ivp	-0.6	2.6	1.124	Ivp	-0.6	3.0
⑩ ⑥+⑦+⑨ 床版架設時、両側車線を 活荷重とクレーンが走行	σ_a		-865.5 -2100.0	987.5			-1397.1 -2100.0	1166.0			-1295.0 -2100.0	897.0			-1543.3 -2100.0	1234.7
主桁導入軸力 (P)					-50.000	t			-50.000	t			-50.000	t		
桁下から軸力導入位置までの距離					1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)					2.552	m			2.450	m			2.489	m		
偏心モーメント (P・e)					-127.600	tm			-122.500	tm			-124.450	tm		
⑪ 軸力導入による応力度							16.2	-503.9			22.6	-332.6			20.9	-383.4
⑫ ⑧+⑪			-874.9	1096.3			-1402.3	804.3			-1301.1	681.9			-1560.3	1035.0
⑬ ⑩+⑪			-865.5	987.5			-1380.8	662.1			-1272.4	564.3			-1522.3	851.3

c - (ステップ3) 二次施工側完了後にプレストレスを解除

		G - 1														14
		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4					
		M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l			
① 軸力開放前応力度			lvp	-845.6	768.6		lvp	-853.4	271.0		lvp	-884.8	276.4		lvp	-1103.8 445.9
主桁開放軸力 (P)						50.000	t			50.000	t			50.000	t	
桁下から開放位置までの距離						1.000	m			1.000	m			1.000	m	
偏心量 (e)						2.552	m			2.450	m			2.489	m	
偏心モーメント (P・e)						127.600	tm			122.500	tm			124.450	tm	
② 軸力開放による応力度	主桁							-16.2	503.9			-22.6	332.6			-20.9 383.4
	床版							-11.7	-4.2			-9.5	-4.4			-10.1 -4.3
③ 仮設防護柵、足場撤去	主桁	-4.297		2.0	-23.3	-7.969		4.3	-28.2	-9.745		5.5	-22.7	-11.332		6.3 -30.5
	床版			0.7	0.4			1.2	0.7			1.3	0.9			1.5 1.0
④ 後死荷重載荷前の応力度	主桁			-843.6	745.3			-869.6	775.0			-907.4	609.1			-1124.7 829.4
	床版			0.7	0.4			-10.5	-3.5			-8.2	-3.5			-8.5 -3.3

		G - 2															
		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4						
		M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 軸力開放前応力度			lvp	-959.0	808.7		lvp	-982.4	272.0		lvp	-959.9	260.3		lvp	-1172.4	401.5
主桁開放軸力 (P)						50.000	t			50.000	t			50.000	t		
桁下から開放位置までの距離						1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)						2.603	m			2.505	m			2.540	m		
偏心モーメント (P・e)						130.150	tm			125.250	tm			127.000	tm		
② 軸力開放による応力度	主桁							-4.5	452.5			-12.6	298.4			-10.6	342.2
	床版							-9.5	-2.9			-7.6	-3.2			-8.1	-3.1
③ 仮設防護柵、足場撤去	主桁	-6.752		1.8	-35.7	-12.453		4.5	-39.2	-15.152		6.3	-31.4	-17.429		7.0	-41.4
	床版			1.0	0.4			1.5	0.9			1.6	1.1			1.9	1.2
④ 後死荷重載荷前の応力度	主桁			-957.2	773.0			-986.8	724.5			-972.4	558.7			-1183.0	743.6
	床版			1.0	0.4			-8.0	-2.0			-6.0	-2.1			-6.2	-1.9

		G-3															15
		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4						
		M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 軸力開放前応力度			Ivp	-960.5	850.6		Ivp	-986.8	320.3		Ivp	-966.8	300.4		Ivp	-1180.7	460.6
主桁開放軸力 (P)						50.000	t			50.000	t			50.000	t		
桁下から開放位置までの距離						1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)						2.603	m			2.505	m			2.540	m		
偏心モーメント (P・e)						130.150	tm			125.250	tm			127.000	tm		
② 軸力開放による応力度	主桁床版							-4.5	452.5			-12.6	298.4			-10.6	342.2
	主桁床版							-9.5	-2.9			-7.6	-3.2			-8.1	-3.1
③ 仮設防護柵、足場撤去	主桁床版	-8.494		2.2	-45.0	-15.530		5.7	-48.9	-18.804		7.8	-38.9	-21.176		8.5	-50.3
	主桁床版			1.2	0.6			1.9	1.1			2.0	1.3			2.3	1.5
④ 後死荷重載荷前の応力度	主桁床版			-958.3	805.6			-991.3	772.9			-979.3	598.8			-1191.3	802.8
	主桁床版			1.2	0.6			-7.6	-1.8			-5.6	-1.9			-5.8	-1.6

G-4

		SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
		M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 軸力開放前応力度			Ivp	-845.1	752.4		Ivp	-851.7	249.8		Ivp	-881.9	258.5		Ivp	-1100.2	418.2
主桁開放軸力 (P)						50.000	t			50.000	t			50.000	t		
桁下から開放位置までの距離						1.000	m			1.000	m			1.000	m		
偏心量 (e)						2.552	m			2.450	m			2.489	m		
偏心モーメント (P・e)						127.600	tm			122.500	tm			124.450	tm		
② 軸力開放による応力度	主桁床版							-16.2	503.9			-22.6	332.6			-20.9	383.4
	主桁床版							-11.7	-4.2			-9.5	-4.4			-10.1	-4.3
③ 仮設防護柵、足場撤去	主桁床版	-8.282		3.9	-44.9	-15.364		8.2	-54.4	-18.782		10.7	-43.8	-21.865		12.2	-58.9
	主桁床版			1.4	0.7			2.3	1.4			2.5	1.7			3.0	2.0
④ 後死荷重載荷前の応力度	主桁床版			-841.2	707.4			-867.9	753.7			-904.6	591.1			-1121.1	801.6
	主桁床版			1.4	0.7			-9.4	-2.8			-7.0	-2.7			-7.1	-2.3

d - (ステップ4) 合成後荷重載荷 【歩道部群集荷重：350kgf/m²】

		G-1												16			
		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4						
		M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 後死荷重載荷前応力度	主桁			-843.6	745.3			-869.6	775.0			-907.4	609.1			-1124.7	829.4
	床版			0.7	0.4			-10.5	-3.5			-8.2	-3.5			-8.5	-3.3
② 死荷重による応力度	主桁	82.392		-38.8	447.1	146.500		-78.2	518.9	173.682		-98.6	405.1	183.560		-102.2	494.2
	床版			-15.7	-8.7			-23.6	-15.0			-24.5	-17.3			-26.9	-18.4
③ 活荷重による応力度	主桁	92.495		-43.5	501.9	180.392		-96.3	639.0	227.090		-128.9	529.6	283.870		-158.1	764.3
	床版			-17.6	-9.7			-29.1	-18.5			-32.0	-22.6			-41.6	-28.5
④ $\sigma_1 \sim \sigma_3$	主桁			-925.9	1694.3			-1044.2	1932.9			-1135.0	1543.8			-1385.1	2087.9
	床版			-32.5	-18.0			-63.2	-37.0			-64.6	-43.4			-77.1	-50.1

		G-2													
		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4				
		M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l		
① 後死荷重載荷前応力度	主桁		-957.2	773.0		-986.8	724.5		-972.4	558.7		-1183.0	743.6		
	床版		1.0	0.4		-8.0	-2.0		-6.0	-2.1		-6.2	-1.9		
② 死荷重による応力度	主桁	73.607	-19.3	389.7	141.193	-51.5	444.2	176.629	-72.9	365.7	218.993	-87.6	520.7		
	床版		-11.3	-5.4		-17.7	-10.5		-19.4	-13.2		-25.1	-16.4		
③ 活荷重による応力度	主桁	136.342	-35.8	721.8	239.486	-87.4	753.5	283.048	-116.8	586.0	301.283	-120.5	716.3		
	床版		-20.9	-10.0		-29.9	-17.9		-31.1	-21.1		-34.5	-22.5		
④ $\sigma_1 \sim \sigma_3$	主桁		-1012.3	1884.5		-1125.8	1922.2		-1162.1	1510.3		-1391.0	1980.7		
	床版		-31.2	-14.9		-55.6	-30.4		-56.6	-36.5		-65.8	-40.8		

G-3

17

		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4		
		M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l
① 後死荷重載荷前応力度	主桁 床版		-958.3 1.2	805.6 0.6		-991.3 -7.6	772.9 -1.8		-979.3 -5.6	598.8 -1.9		-1191.3 -5.8	802.8 -1.6
② 死荷重による応力度	主桁 床版	73.607	-19.3 -11.3	389.7 -5.4	141.193	-51.5 -17.7	444.2 -10.5	176.629	-72.9 -19.4	365.7 -13.2	218.993	-87.6 -25.1	520.7 -16.4
③ 活荷重による応力度	主桁 床版	136.342	-35.8 -20.9	721.8 -10.0	239.486	-87.4 -29.9	753.5 -17.9	283.048	-116.8 -31.1	586.0 -21.1	301.283	-120.5 -34.5	716.3 -22.5
④ ①～③	主桁 床版		-1013.4 -31.0	1917.1 -14.8		-1130.3 -55.2	1970.6 -30.2		-1169.0 -56.2	1550.4 -36.2		-1399.3 -65.4	2039.8 -40.5

G-4

		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4		
		M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l	M(tm)	σ_u	σ_l
① 後死荷重載荷前応力度	主桁 床版		-841.2 1.4	707.4 0.7		-867.9 -9.4	753.7 -2.8		-904.6 -7.0	591.1 -2.7		-1121.1 -7.1	801.6 -2.3
② 死荷重による応力度	主桁 床版	82.392	-38.8 -15.7	447.1 -8.7	146.500	-78.2 -23.6	518.9 -15.0	173.682	-98.6 -24.5	405.1 -17.3	183.560	-102.2 -26.9	494.2 -18.4
③ 活荷重による応力度	主桁 床版	92.495	-43.5 -17.6	501.9 -9.7	180.392	-96.3 -29.1	639.0 -18.5	227.090	-128.9 -32.0	529.6 -22.6	283.870	-158.1 -41.6	764.3 -28.5
④ ①～③	主桁 床版		-923.5 -31.8	1656.4 -17.6		-1042.5 -62.1	1911.6 -36.3		-1132.1 -63.4	1525.8 -42.6		-1381.4 -75.7	2060.1 -49.2

e - (ステップ5) コンクリート床版のクリープ・乾燥収縮・温度応力

		G-1		18															
		SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4					
				σ_u	σ_l			σ_u	σ_l			σ_u	σ_l			σ_u	σ_l		
① 床版連結プレストレス	床版			-35.0	-48.9			-35.0	-48.9			-35.0	-48.9			-35.0	-48.9		
② 持続荷重による応力度	床版			-14.9	-8.3			-34.1	-18.5			-32.6	-20.8			-35.5	-21.7		
床版導入軸力によるクリープ応力度 13.475	Mφ	10382011	GIR	-528.8	175.6	17039482	GIR	-670.8	148.6	21368358	GIR	-648.7	101.9	20206715	GIR	-666.7	118.8		
	Pφ	-240882	CON	2.1	14.4	-307018	CON	8.9	13.4	-308791	CON	10.0	17.6	-317217	CON	11.1	17.0		
乾燥収縮による応力度 19.950	Mv2	4472109	GIR	-252.8	84.4	5636198	GIR	-250.4	55.7	6833785	GIR	-236.9	37.4	6339676	GIR	-237.1	42.4		
	P2	-83747	CON	3.1	4.8	-83747	CON	3.4	5.0	-83747	CON	4.3	5.7	-83747	CON	4.3	5.7		
温 度 差	Mv	4683744	GIR	-208.0	68.2	6233760	GIR	-208.3	45.8	8154432	GIR	-204.5	32.0	7396272	GIR	-204.2	36.1		
	P1	168480	CON	4.9	8.9	168480	CON	5.3	8.9	168480	CON	6.2	9.6	168480	CON	6.2	9.6		

G-2

19

		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4		
		M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 床版連結プレストレス	床版			-35.0	-48.9			-35.0	-48.9			-35.0	-48.9
② 持続荷重による応力度	床版			-10.3	-4.9			-25.6	-12.6			-25.5	-15.3
床版導入軸力によるクリープ応力度 13.475	M ϕ	10698826	GIR	-502.8	170.3	18122330	GIR	-615.0	127.3	23382386	GIR	-605.8	90.4
	P ϕ	-283038	CON	-0.6	12.7	-348506	CON	5.2	11.5	-355896	CON	6.4	15.1
乾燥収縮による応力度 19.950	Mv2	5080888	GIR	-263.2	89.2	6824122	GIR	-260.1	54.1	8354766	GIR	-246.6	36.9
	P2	-106295	CON	2.3	4.1	-106295	CON	2.7	4.3	-106295	CON	3.7	5.1
温度差	Mv	5046624	GIR	-210.1	70.3	7227792	GIR	-210.5	43.3	9558648	GIR	-206.8	30.5
	P1	213840	CON	4.1	8.2	213840	CON	4.6	8.3	213840	CON	5.6	9.0

		G-3		20													
		SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
		M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l	M(tm)		σ_u	σ_l
① 床版連結プレストレス	床版			-35.0	-48.9			-35.0	-48.9			-35.0	-48.9			-35.0	-48.9
② 持続荷重による応力度	床版			-10.1	-4.8			-25.3	-12.4			-25.1	-15.1			-30.9	-18.0
床版導入軸力によるクリープ応力度 13.475	Mφ	10659243	GIR	-501.0	169.6	18035765	GIR	-612.1	126.6	23262073	GIR	-602.7	89.9	22895795	GIR	-645.0	108.4
	Pφ	-281991	CON	-0.6	12.7	-346842	CON	5.1	11.5	-354065	CON	6.3	15.1	-379069	CON	8.1	14.7
乾燥収縮による応力度 19.950	Mv2	5080888	GIR	-263.2	89.2	6824122	GIR	-260.1	54.1	8354766	GIR	-246.6	36.9	7738257	GIR	-246.4	41.5
	P2	-106295	CON	2.3	4.1	-106295	CON	2.7	4.3	-106295	CON	3.7	5.1	-106295	CON	3.6	5.1
温 度 差	Mv	5046624	GIR	-210.1	70.3	7227792	GIR	-210.5	43.3	9558648	GIR	-206.8	30.5	8681904	GIR	-206.7	34.5
	P1	213840	CON	4.1	8.2	213840	CON	4.6	8.3	213840	CON	5.6	9.0	213840	CON	5.5	9.0

[illegible]

f-応力度集計表 (歩道部群集荷重 $w=350 \text{ kgf/m}^2$)

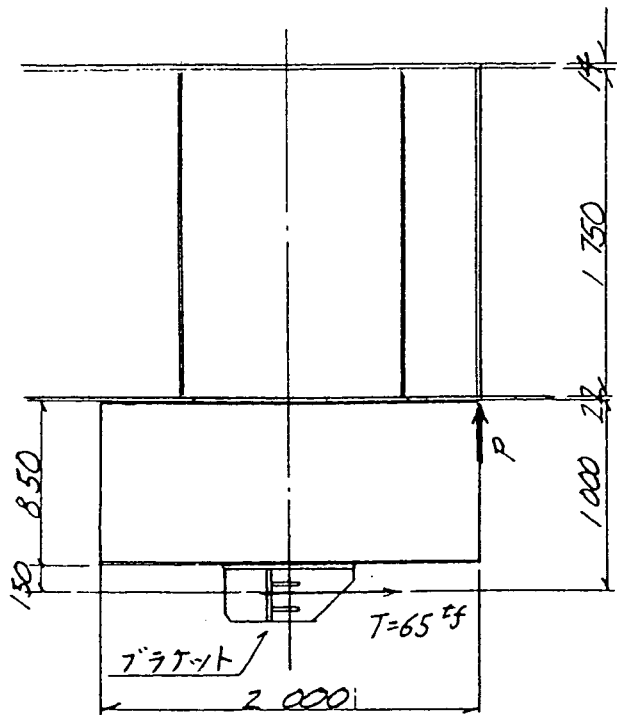
		G-1												22						
		SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4						
				σ _u	σ _l			σ _u	σ _l			σ _u	σ _l			σ _u	σ _l			
① 後死荷重載荷前 (床版連結プレストレスを含む)	主桁			-843.6	745.3			-869.6	775.0			-907.4	609.1			-1124.7	829.4			
			σ _a	-2100	2100			σ _a	-2100	2100			σ _a	-2100	2100			σ _a	-2100	2100
	床版			-34.3	-48.5			-45.5	-52.4			-43.2	-52.4			-43.5	-52.2			
			σ _a					σ _a				σ _a				σ _a				
② 合成後死荷重による応力度	主桁			-38.8	447.1			-78.2	518.9			-98.6	405.1			-102.2	494.2			
	床版			-15.7	-8.7			-23.6	-15.0			-24.5	-17.3			-26.9	-18.4			
③ 活荷重による応力度	主桁			-43.5	501.9			-96.3	639.0			-128.9	529.6			-158.1	764.3			
	床版			-17.6	-9.7			-29.1	-18.5			-32.0	-22.6			-41.6	-28.5			
④ クリープによる付加応力度	主桁			-528.8	175.6			-670.8	148.6			-648.7	101.9			-666.7	118.8			
	床版			2.1	14.4			8.9	13.4			10.0	17.6			11.1	17.0			
⑤ 乾燥収縮による付加応力度	主桁			-252.8	84.4			-250.4	55.7			-236.9	37.4			-237.1	42.4			
	床版			3.1	4.8			3.4	5.0			4.3	5.7			4.3	5.7			
⑥ 温度差による応力度	主桁			-208.0	68.2			-208.3	45.8			-204.5	32.0			-204.2	36.1			
	床版			4.9	8.9			5.3	8.9			6.2	9.6			6.2	9.6			
6 ①~③	主桁			-926	1694			-1044	1933			-1135	1544			-1385	2088			
			σ _a	-2100	2100			σ _a	-2100	2100			σ _a	-2100	2100			σ _a	-2100	2100
	床版			-67.5	-66.9			-98.2	-85.9			-99.6	-92.3			-112.1	-99.0			
			σ _a	-114.0	-114.0			σ _a	-114.0	-114.0			σ _a	-114.0	-114.0			σ _a	-114.0	-114.0
6 ①~⑤	主桁			-1708	1954			-1965	2137			-2021	1683			-2289	2249			
			σ _a	-2415	2100			σ _a	-2415	2100			σ _a	-2415	2100			σ _a	-2415	2100
	床版			-62.4	-47.8			-85.8	-67.5			-85.3	-69.0			-96.8	-76.3			
			σ _a	-114.0	-114.0			σ _a	-114.0	-114.0			σ _a	-114.0	-114.0			σ _a	-114.0	-114.0
6 ①~⑥	主桁			-1916	2022			-2174	2183			-2225	1715			-2493	2285			
			σ _a	-2730	2415			σ _a	-2730	2415			σ _a	-2730	2415			σ _a	-2730	2415
	床版			-57.5	-38.9			-80.6	-58.6			-79.0	-59.4			-90.5	-66.7			
			σ _a	-131.1	-131.1			σ _a	-131.1	-131.1			σ _a	-131.1	-131.1			σ _a	-131.1	-131.1
降伏に対する照査	主桁			-2224	2882			-2554	3210			-2656	2549			-3019	3446			
			σ _a	-3600	3600			σ _a	-3600	3600			σ _a	-3600	3600			σ _a	-3600	3600
	床版			-90.1	-65.8			-130.4	-97.3			-131.3	-102.9			-153.3	-116.3			
			σ _a	-240.0	-240.0			σ _a	-240.0	-240.0			σ _a	-240.0	-240.0			σ _a	-240.0	-240.0

		SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4		
			σ_u	σ_l		σ_u	σ_l		σ_u	σ_l		σ_u	σ_l
① 後死荷重載荷前 (床版連結プレストレスを含む)	主桁		-957.2	773.0		-986.8	724.5		-972.4	558.7		-1183.0	743.6
	床版	σ_a	-2100	2100	σ_a	-2100	2100	σ_a	-2100	2100	σ_a	-2100	2100
② 合成後死荷重による応力度	主桁		-34.0	-48.5		-43.0	-50.9		-41.0	-51.0		-41.2	-50.8
	床版	σ_a			σ_a			σ_a			σ_a		
③ 活荷重による応力度	主桁		-19.3	389.7		-51.5	444.2		-72.9	365.7		-87.6	520.7
	床版		-11.3	-5.4		-17.7	-10.5		-19.4	-13.2		-25.1	-16.4
④ クリープによる付加応力度	主桁		-35.8	721.8		-87.4	753.5		-116.8	586.0		-120.5	716.3
	床版		-20.9	-10.0		-29.9	-17.9		-31.1	-21.1		-34.5	-22.5
⑤ 乾燥収縮による付加応力度	主桁		-502.8	170.3		-615.0	127.3		-605.8	90.4		-648.2	109.0
	床版		-0.6	12.7		5.2	11.5		6.4	15.1		8.2	14.7
⑥ 温度差による応力度	主桁		-263.2	89.2		-260.1	54.1		-246.6	36.9		-246.4	41.5
	床版		2.3	4.1		2.7	4.3		3.7	5.1		3.6	5.1
6 ①~③	主桁		-210.1	70.3		-210.5	43.3		-206.8	30.5		-206.7	34.5
	床版		4.1	8.2		4.6	8.3		5.6	9.0		5.5	9.0
6 ①~⑤	主桁		-1012	1884		-1126	1922		-1162	1510		-1391	1981
	床版	σ_a	-2100	2100	σ_a	-2100	2100	σ_a	-2100	2100	σ_a	-2100	2100
6 ①~⑥	主桁		-66.2	-63.8		-90.6	-79.3		-91.6	-85.4		-100.8	-89.7
	床版	σ_a	-114.0	-114.0	σ_a	-114.0	-114.0	σ_a	-114.0	-114.0	σ_a	-114.0	-114.0
6 ①~⑤	主桁		-1778	2144		-2001	2104		-2015	1638		-2286	2131
	床版	σ_a	-2415	2100	σ_a	-2415	2100	σ_a	-2415	2100	σ_a	-2415	2100
6 ①~⑥	主桁		-64.5	-47.0		-82.7	-63.5		-81.6	-65.1		-88.9	-69.9
	床版	σ_a	-114.0	-114.0	σ_a	-114.0	-114.0	σ_a	-114.0	-114.0	σ_a	-114.0	-114.0
降伏に対する照査	主桁		-1988	2214		-2211	2147		-2221	1668		-2492	2166
	床版	σ_a	-2730	2415	σ_a	-2730	2415	σ_a	-2730	2415	σ_a	-2730	2415
降伏に対する照査	主桁		-60.4	-38.9		-78.0	-55.2		-76.0	-56.2		-83.4	-61.0
	床版	σ_a	-131.1	-131.1	σ_a	-131.1	-131.1	σ_a	-131.1	-131.1	σ_a	-131.1	-131.1
降伏に対する照査	主桁		-2317	3285		-2610	3251		-2652	2531		-2994	3261
	床版	σ_a	-3600	3600	σ_a	-3600	3600	σ_a	-3600	3600	σ_a	-3600	3600
降伏に対する照査	主桁		-94.9	-65.0		-126.2	-91.5		-125.3	-96.6		-137.8	-103.6
	床版	σ_a	-240.0	-240.0	σ_a	-240.0	-240.0	σ_a	-240.0	-240.0	σ_a	-240.0	-240.0

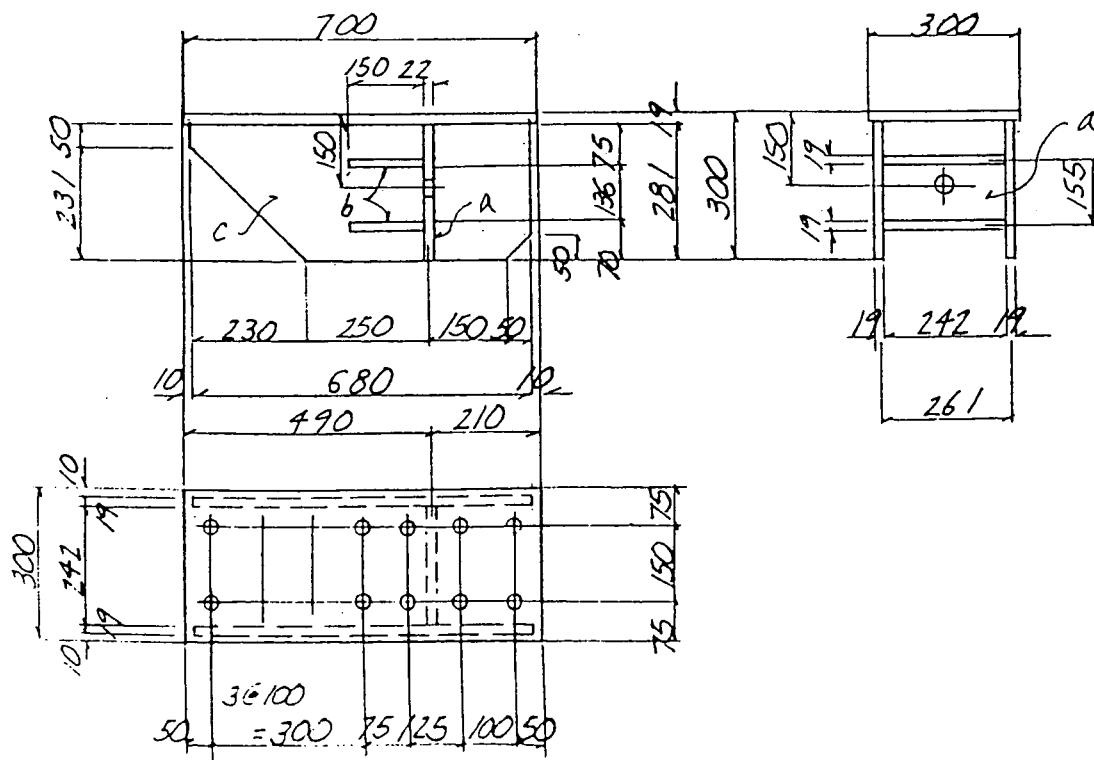
		SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
				σ_u	σ_l			σ_u	σ_l			σ_u	σ_l			σ_u	σ_l
① 後死荷重載荷前 (床版連結プレストレスを含む)	主桁			-958.3	805.6			-991.3	772.9			-979.3	598.8			-1191.3	802.8
	床版		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100
② 合成後死荷重による応力度	主桁			-19.3	389.7			-51.5	444.2			-72.9	365.7			-87.6	520.7
	床版			-11.3	-5.4			-17.7	-10.5			-19.4	-13.2			-25.1	-16.4
③ 活荷重による応力度	主桁			-35.8	721.8			-87.4	753.5			-116.8	586.0			-120.5	716.3
	床版			-20.9	-10.0			-29.9	-17.9			-31.1	-21.1			-34.5	-22.5
④ クリープによる付加応力度	主桁			-501.0	169.6			-612.1	126.6			-602.7	89.9			-645.0	108.4
	床版			-0.6	12.7			5.1	11.5			6.3	15.1			8.1	14.7
⑤ 乾燥収縮による付加応力度	主桁			-263.2	89.2			-260.1	54.1			-246.6	36.9			-246.4	41.5
	床版			2.3	4.1			2.7	4.3			3.7	5.1			3.6	5.1
⑥ 温度差による応力度	主桁			-210.1	70.3			-210.5	43.3			-206.8	30.5			-206.7	34.5
	床版			4.1	8.2			4.6	8.3			5.6	9.0			5.5	9.0
σ ①~③	主桁			-1013	1917			-1130	1971			-1169	1550			-1399	2040
	床版		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100
σ ①~⑤	主桁			-1778	2176			-2002	2151			-2018	1677			-2291	2190
	床版		σ_a	-2415	2100		σ_a	-2415	2100		σ_a	-2415	2100		σ_a	-2415	2100
σ ①~⑥	主桁			-1988	2246			-2213	2195			-2225	1708			-2497	2224
	床版		σ_a	-2730	2415		σ_a	-2730	2415		σ_a	-2730	2415		σ_a	-2730	2415
降伏に対する照査	主桁			-2317	3327			-2613	3313			-2658	2583			-3002	3338
	床版		σ_a	-3600	3600		σ_a	-3600	3600		σ_a	-3600	3600		σ_a	-3600	3600
	主桁			-94.6	-64.8			-125.8	-91.2			-124.9	-96.2			-137.4	-103.3
	床版		σ_a	-240.0	-240.0		σ_a	-240.0	-240.0		σ_a	-240.0	-240.0		σ_a	-240.0	-240.0

		SEC-1				SEC-2				SEC-3				SEC-4			
				σ_u	σ_l			σ_u	σ_l			σ_u	σ_l			σ_u	σ_l
① 後死荷重載荷前 (床版連結プレストレスを含む)	主桁		σ_a	-841.2 -2100	707.4 2100		σ_a	-867.9 -2100	753.7 2100		σ_a	-904.6 -2100	591.1 2100		σ_a	-1121.1 -2100	801.6 2100
	床版		σ_a	-33.6	-48.2		σ_a	-44.4	-51.7		σ_a	-42.0	-51.6		σ_a	-42.1	-51.2
② 合成後死荷重による応力度	主桁			-38.8	447.1			-78.2	518.9			-98.6	405.1			-102.2	494.2
	床版			-15.7	-8.7			-23.6	-15.0			-24.5	-17.3			-26.9	-18.4
③ 活荷重による応力度	主桁			-43.5	501.9			-96.3	639.0			-128.9	529.6			-158.1	764.3
	床版			-17.6	-9.7			-29.1	-18.5			-32.0	-22.6			-41.6	-28.5
④ クリープによる付加応力度	主桁			-523.6	173.8			-662.1	146.7			-639.2	100.4			-655.4	116.7
	床版			1.9	14.4			8.6	13.4			9.7	17.5			10.7	17.0
⑤ 乾燥収縮による付加応力度	主桁			-252.8	84.4			-250.4	55.7			-236.9	37.4			-237.1	42.4
	床版			3.1	4.8			3.4	5.0			4.3	5.7			4.3	5.7
⑥ 温度差による応力度	主桁			-208.0	68.2			-208.3	45.8			-204.5	32.0			-204.2	36.1
	床版			4.9	8.9			5.3	8.9			6.2	9.6			6.2	9.6
6 ①～③	主桁			-923	1656			-1042	1912			-1132	1526			-1381	2060
	床版		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100		σ_a	-2100	2100
6 ①～⑤	主桁			-1700	1915			-1955	2114			-2008	1664			-2274	2219
	床版		σ_a	-2415	2100		σ_a	-2415	2100		σ_a	-2415	2100		σ_a	-2415	2100
6 ①～⑥	主桁			-1908	1983			-2163	2160			-2213	1696			-2478	2255
	床版		σ_a	-2730	2415		σ_a	-2730	2415		σ_a	-2730	2415		σ_a	-2730	2415
降伏に対する照査	主桁			-2215	2831			-2543	3181			-2643	2524			-3003	3408
	床版		σ_a	-3600	3600		σ_a	-3600	3600		σ_a	-3600	3600		σ_a	-3600	3600
				-89.4	-65.3			-129.2	-96.4			-130.1	-101.9			-151.9	-115.1
			σ_a	-240.0	-240.0		σ_a	-240.0	-240.0		σ_a	-240.0	-240.0		σ_a	-240.0	-240.0

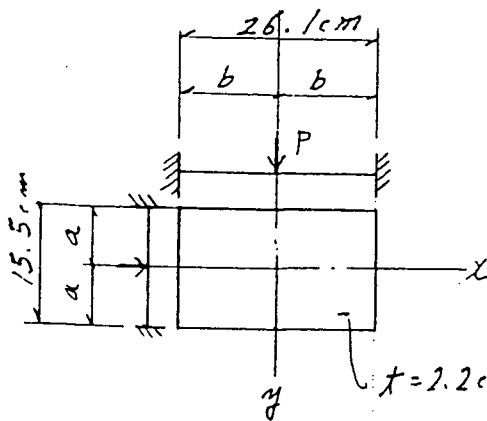
5-3. 定着部の計算



1) ブラケット



。 フォート a の照査



4辺固定板の中央に集中荷重 ($P=65$)
 をうけた場合の板の曲げ応力度を求める

[建築構造学大系 平板構造 東洋・

小森清司著 90頁表より求める]

$$x = 2.2 \text{ cm} \quad a = 7.75 \text{ cm} \quad b = 13.05 \text{ cm}$$

$$\frac{b}{a} = \frac{13.05}{7.75} = 1.68$$

$$M_x(0, a) = 65 \times (-0.036) = -2.340 \text{ tf} \cdot \text{cm}$$

$$M_y(b, 0) = \quad \times (-0.166) = -10.790 \quad ,$$

$$M_x(0, 0) = \quad \times 0.137 = 8.905 \quad +$$

$$M_y(0, 0) = \quad \times 0.217 = 14.105 \quad +$$

$$\Sigma x = \frac{1}{6} \times 15.5 \times 2.2^2 = 12.5 \text{ cm}^3$$

$$\Sigma y = \frac{1}{6} \times 26.1 \times 2.2^2 = 21.1 \quad ,$$

$$\sigma_x = \frac{8.905}{12.5} = 712 \text{ kgf/cm}^2 < 1.25 \times 1400 = 1750 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_y = \frac{14.105}{21.1} = 668 \quad , \quad < 1750$$

。 フォート b の照査

せん断応力度

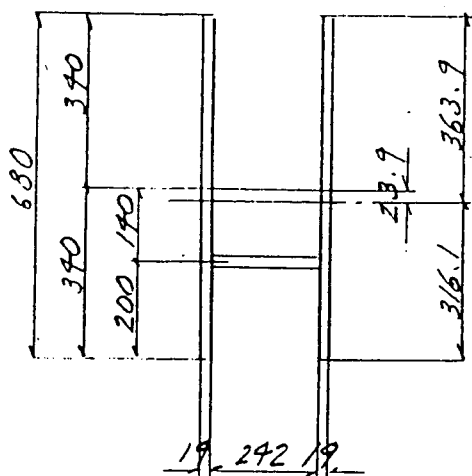
$$\tau = \frac{P/4}{A} = \frac{\frac{65000}{4}}{15 \times 1.9} = 570 \text{ kgf/cm}^2 < 1.25 \times 800 = 1000 \text{ kgf/cm}^2$$

接合は衝合せ溶接

○ フォレット C の照査

$$M = 6.5 \times 0.15 = 9.75 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$S = 65 \text{ tf}$$



	$A \text{ cm}^2$	$y \text{ cm}$	$A \cdot y \text{ cm}^3$	$I_0 \text{ cm}^4$
2-# 680x19	258.4			99570
1-# 242x22	53.24	14	-745	10435

$$\begin{array}{r} 311.64 \\ -745 \\ 110005 \\ -1781 \\ \hline I = 108224 \end{array}$$

$$\sigma = \frac{-745}{311.64} = 2.39 \text{ cm}$$

$$\sigma_t = \frac{9.75 \times 10^5}{108224} \times 36.39 = 328 < 1400 \times 1.25 = 1750 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_c = \quad \times 31.61 = 285 < \quad$$

(リブにより補剛されており横倒れ挫屈はない)

ベース フォレット との接合は 脚長 7mm の隅肉溶接とする

$$S = \sqrt{2 \times t_2} = \sqrt{2 \times 19} = 6.2 \text{ mm} \rightarrow 7 \text{ mm}$$

$$\text{喉厚 } t = 0.7 \times 0.707 = 0.49 \text{ cm}$$

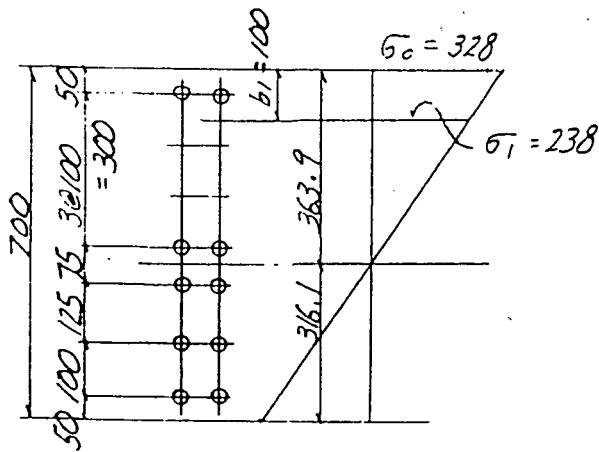
隅肉溶接部の断面係数 Z_x は、

$$Z_x = 4 \times \frac{1}{6} \times 0.49 \times 68^2 = 1511 \text{ cm}^3$$

$$\tau_{bt} = \frac{9.75 \times 10^5}{1511} = 645 < 1.25 \times 800 = 1000 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\tau_s = \frac{65 \times 10^3}{4 \times 68 \times 0.49} = 487 \text{ Kgf/cm}^2 < 1000 \text{ Kgf/cm}^2$$

○ ブラケットと架台のHTボルト (M22 S10T) 接合



最遠高カボルトに依く張力 P_t は

$$P_t = \frac{\sigma_0 + \sigma_1}{2} \cdot b_1 \cdot t$$

$$= \frac{328 + 238}{2} \times 10 \times 2 \times 1.9 \times \frac{1}{2}$$

$$= 2589 \text{ kgf}$$

高カボルトの摩擦力は

$$P_s = \frac{S}{n} = \frac{65000}{14} = 4643 \text{ kJf}$$

高力ボルトには上記引張力 P_t が効いているので、安全率を考慮してその分を差引いた摩擦接合の許容値を求める。

M22 S10T 高力ボルトの軸力 N は

$$N = \alpha \cdot \sigma_y \cdot A_e$$

α : 降伏点に対する比率 S_{10T1} に対して $\alpha = 0.75$

G_y : ボルトの耐力 $G_y = 9000 \text{ kgf/cm}^2$

A_e : ねじ部の有効断面積 $M22 \text{ S10T}$ に対し $A_e = 3.03 \text{ cm}^2$

$$N = 0.75 \times 9000 \times 3.03 = 20453 \text{ Kgt}$$

摩擦接合高力ボルトの許容値 P_a は

$$p_a = \frac{1}{V} \cdot \mu (N - v \cdot p_t)$$

V: 高カボルトの安全率 施工時の許容応力度の割増率

0.25을考慮한 $V = \frac{1.7}{1.25} = 1.36$

μ : 摩擦係数 $\mu = 0.4$

$$P_a = \frac{1}{1.36} \times 0.4 (20453 - 1.36 \times 2589)$$

$$= 4980 \text{ kgf} > P_s = 4643 \text{ kgf}$$

$$l/r = \frac{1/2 \times 100}{4.18} = 11.96 < 20$$

$$\sigma_{ca} = 1.25 \times 1400 = 1750 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{V}{A} = \frac{32995}{40.68} = 811 \text{ Kgf/cm}^2 < \sigma_{ca}$$

○ 架台上端の応力度の計算

$$M = P \times h = 65 \times 1.0 = 65 \text{ tf} \cdot \text{m}$$

$$S = P = 65 \text{ tf}$$

1-1 2000 x 12 のウエブプレートで伝達する

$$I = 1/12 \times 1.2 \times 200^3 = 800000 \text{ cm}^4$$

$$A = 200 \times 1.2 = 240 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{M}{I} \cdot y = \frac{65 \times 10^5}{800000} \times 100 = 813 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\tau_b = \frac{S}{A} = \frac{65000}{240} = 271 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$y/b = \frac{2 \times 85}{19.2} = 8.85 \quad \frac{A_w}{A_c} = \frac{195.8 \times 1.2}{19.2 \times 1.2} = \frac{234.96}{23.04} = 10.20$$

$$K = \sqrt{3 + \frac{A_w}{2 \cdot A_c}} = \sqrt{3 + \frac{234.96}{2 \times 23.04}} = 2.85$$

$$\frac{y}{K} = \frac{9}{2.85} = 3.16 < y/b = 8.85 \leq 30$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ca} &= 1.25 \left\{ 1400 - 12 \left(K \frac{y}{b} - 9 \right) \right\} \\ &= 1.25 \left\{ 1400 - 12 (2.85 \times 8.85 - 9) \right\} = 1507 \text{ Kgf/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\tau_a = 1.25 \times 800 = 1000 \text{ Kgf/cm}^2$$

合成応力度の照査

$$\left(\frac{\sigma_b}{\sigma_a} \right)^2 + \left(\frac{\tau_b}{\tau_a} \right)^2 = \left(\frac{813}{1507} \right)^2 + \left(\frac{271}{1000} \right)^2 = 0.36 < 1.2$$

○ ウェブプレートとフランジの接合の計算

脚長 7mm の隅肉溶接とする。

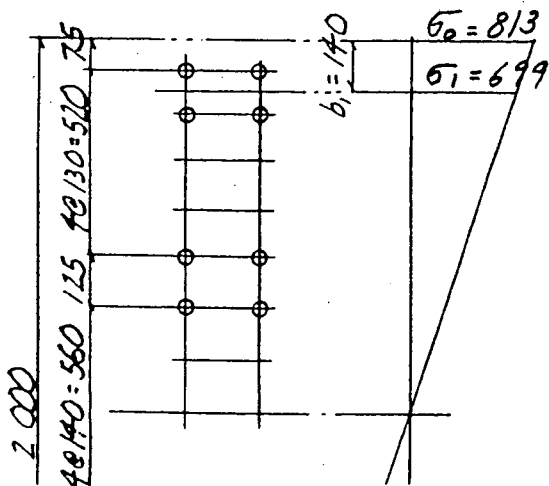
$$\text{板厚 } t = 0.7 \times 0.707 = 0.49 \text{ cm}$$

両側に溶接する

$$I = 2 \left(\frac{1}{2} \times 0.49 \times 200^3 \right) = 653333 \text{ cm}^4$$

$$\tau_b = \frac{65 \times 10^5}{653333} \times 100 = 995 \text{ kg/cm}^2 < 800 \times 1.25 = 1000 \text{ kg/cm}^2$$

○ 架台連結 挟締金具の計算



$n = 30$ 箇

最遠挟締金具に作用する引張力

P_1 は

$$P_1 = \frac{(\sigma_0 + \sigma_1)}{2} \cdot b_1 \cdot t$$

$$= \frac{(813 + 699)}{2} \times 14 \times 1.2 = 12701 \text{ kg}$$

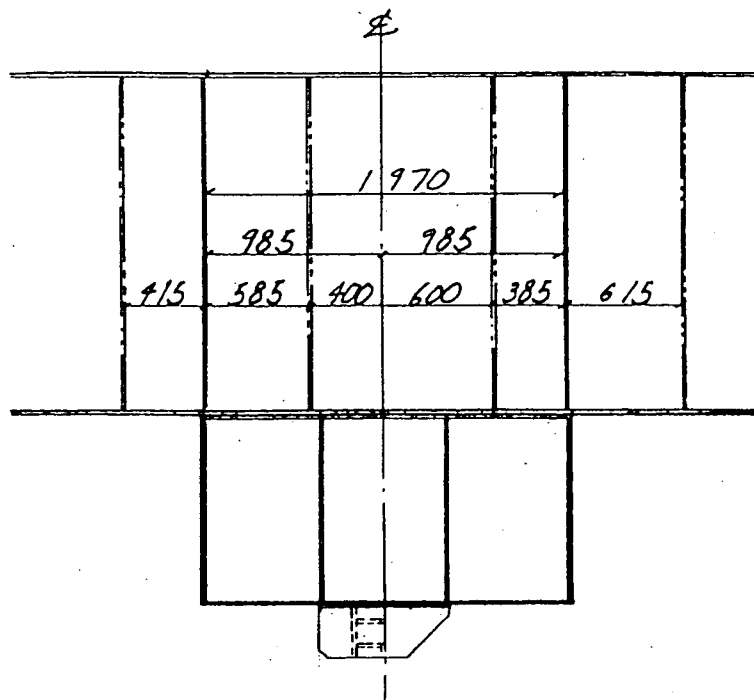
1ヶ当りの金具の引張力 P_t は

$$P_t = \frac{P_1}{2} = 6.351 \text{ tf} < 7.0 \text{ tf}$$

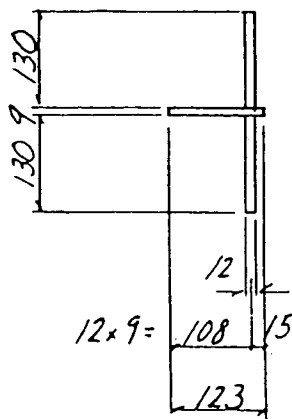
金具1ヶ当りのせん断力は

$$P_s = \frac{S}{n} = \frac{65}{30} = 2.167 \text{ tf} < 2.3 \text{ tf}$$

3) 主桁腹板の補強



$V = 32.995$ 吨
(架台の補剛材の計算
参照)



$$A = 2 \times 13 \times 1.2 + 12.3 \times 0.9 = 42.27 \text{ cm}^2$$

$$I = 2 \left(\frac{1}{12} \times 1.2 \times 13^3 + 13 \times 1.2 \times 6.95^2 \right) + \frac{1}{12} \times 12.3 \times 0.9^3$$

$$= 1.947 \text{ cm}^4$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{1.947}{42.27}} = 6.79 \text{ cm}$$

$$\frac{d}{r} = \frac{175/2}{6.79} = 25.8$$

$$\sigma_{ca} = 1.25 \times \{1400 - 8.4 (\frac{d}{r} - 20)\} = 1689 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{V}{A} = \frac{32.995}{42.27} = 781 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{ca}$$

§ 6. スタッドジベルの設計

1. 合成後せん断力による水平力

作用せん断力により、桁と床版の間に働くせん断力 H_0 は

$$H_0 = S \cdot G / I_v$$

$$G = AC \cdot dvc / n$$

G : 合成後中立軸に関する床版の断面一次モーメント

I_v : 合成後断面 2 次モーメント

G-1, G-4

SEC	Ac(cm ²)	dvc(cm)	Iv(cm ⁴)	S(tf)	G(cm ³)	H0(kgf/cm)
0	4680	29.8	3073927	57.514	19923.4	372.8
1	4680	29.8	3073927	47.153	19923.4	305.6
2	4680	39.0	4463055	34.99	26074.3	204.4
3	4680	51.0	6329312	26.249	34097.1	141.4
CL	4680	46.5	5630759	10.898	31088.6	60.2

G-2, G-3

SEC	Ac(cm ²)	dvc(cm)	Iv(cm ⁴)	S(tf)	G(cm ³)	H0(kgf/cm)
0	5940	25.1	3194769	74.095	21299.1	494.0
1	5940	25.1	3194769	59.417	21299.1	396.1
2	5940	35.3	5094880	45.683	29954.6	268.6
3	5940	46.7	7277024	36.669	39628.3	199.7
CL	5940	42.6	6481585	21.904	36149.1	122.2

* G-2, 3 により決定

2. クリープによる水平力 (G-2 により決定)

$$F_c = \frac{1}{1 + \frac{Ac}{n1 \cdot As} + \frac{Ac \cdot d^2}{Ic + n1 \cdot Is}}$$

$$= 0.125$$

$$N_{cc} = P\phi \cdot F_c$$

$$= 35243$$

$$H_{cc} = (2 \times N_{cc}) / a$$

$$= 219 \text{ kgf/cm}$$

$$P\phi = 281167 \text{ kgf}$$

$$d = 109.6 \text{ cm}$$

$$n1 = 13.48$$

$$Ac = 5940 \text{ cm}^2$$

$$As = 237.5 \text{ cm}^2$$

$$Is = 1021397 \text{ cm}^4$$

$$Ic = 160380 \text{ cm}^4$$

$$a = 322 \text{ cm}$$

3. 乾燥収縮による水平力 (G-2 により決定)

$$F_c = \frac{1}{1 + \frac{Ac}{n2 \cdot As} + \frac{Ac \cdot d^2}{Ic + n2 \cdot Is}}$$

$$= 0.175$$

$$N_{cs} = P1 \cdot F2$$

$$= 18557$$

$$H_{cs} = (2 \times N_{cs}) / a$$

$$= 115 \text{ kgf/cm}$$

$$P1 = 106295 \text{ kgf}$$

$$d = 109.6 \text{ cm}$$

$$n2 = 19.95$$

$$Ac = 5940 \text{ cm}^2$$

$$As = 237.5 \text{ cm}^2$$

$$Is = 1021397 \text{ cm}^4$$

$$Ic = 160380 \text{ cm}^4$$

$$a = 322 \text{ cm}$$

4. 温度差による水平力 (G-2により決定)

$$F_t = \frac{1}{1 + \frac{A_c}{n \cdot A_s} + \frac{A_c \cdot d^2}{I_c + n \cdot I_s}}$$

$$= 0.070$$

$$N_{ct} = P_1 \cdot F_2$$

$$= 11754$$

$$H_{cs} = (2 \times N_{ct}) / a$$

$$= 73 \text{ kgf/cm}$$

$$P_1 = 168480 \text{ kgf}$$

$$d = 109.6 \text{ cm}$$

$$n = 7$$

$$A_c = 5940 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 237.5 \text{ cm}^2$$

$$I_s = 1021397 \text{ cm}^4$$

$$I_c = 160380 \text{ cm}^4$$

$$a = 322 \text{ cm}$$

5. スタッドジベルの耐荷力

使用スタッドジベル	$\phi =$	2.2 cm
ジベル長さ	$H =$	20 cm
コンクリート設計基準強度	$6 c_k$	500 kgf/cm ²

$$H/d = 9.09 > 5.5 \text{ より}$$

$$q = 30 \times d^2 \times \sqrt{6 c_k}$$

$$= 3247 \text{ kgf/本}$$

スタッドの使用列数 4 列より一箇所当たりの許容耐力は

$$Q = n \cdot q$$

$$= 12987 \text{ kgf/箇所}$$

6. 水平せん断力分布

追加距離 (m)	0	3.22	3.5	7.5	10.3	16.1
+ H (kgf/cm)	567	410	396	269	200	122
- H (kgf/cm)	-407	0				
スタッド最小間隔 (cm)	22.9	31.7	32.8	48.4	65.0	106.3

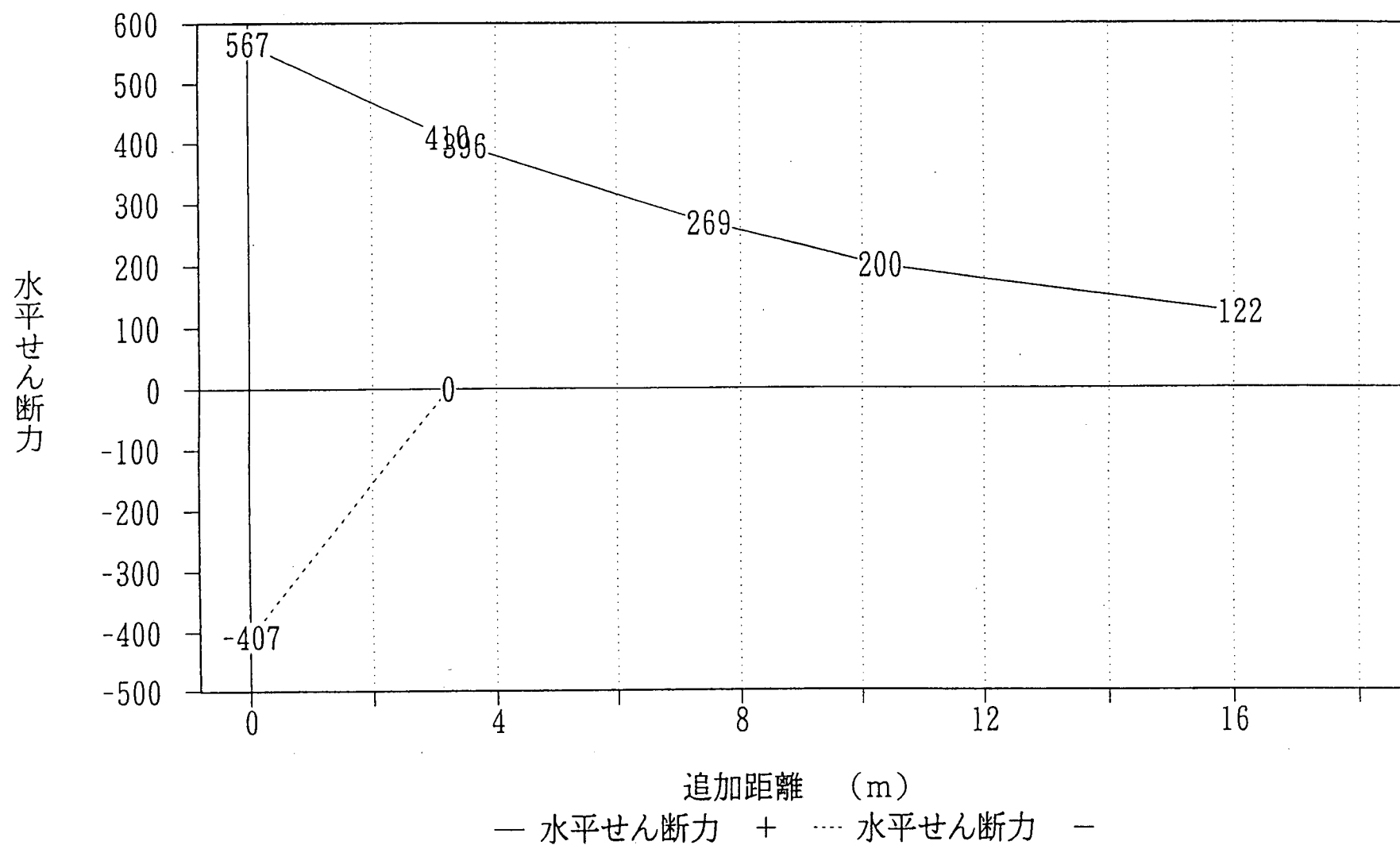
スタッドの最大間隔 $L \leq$ 床版コンクリート厚の3倍及び60 cm

床版厚 $t =$ 18 cmより $L =$ 54 cm

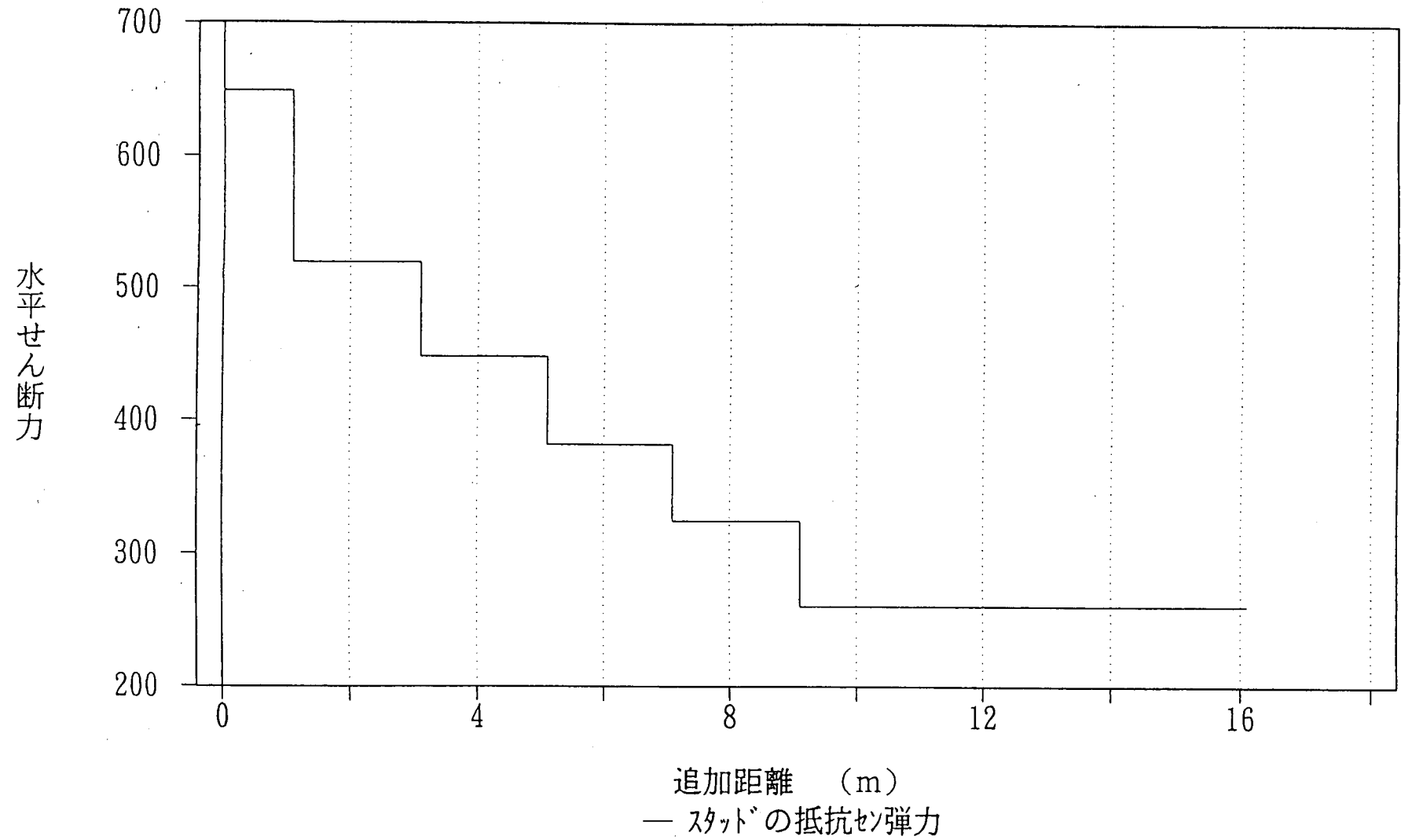
7. スタッドジベル配置間隔

配置区間 (端部から)	1.1	2	2	2	2	7
配置ピッチ (cm)	20	25	29	34	40	50
ジベル耐力 (kgf/cm)	649	519	448	382	325	260

スタッドジベルに作用する水平せん断力



スタッドジベルの抵抗水平せん断力



1.2 軸力導入工法

試設計は、橋梁型式として一般的に用いられる 項の橋梁について行う。

なお、設計手法は、現橋の応力状態を把握した後、各施工手順ごとの荷重の増減を現橋応力に足し引きする事により行うものとする。

1.2.1. 施工方法

試設計での打替床版のパネル割付けは、次頁の通りとする。

また、施工順序及び施工条件は下記とし、合成桁の構造特性から、合成後死荷重として載荷される構造物は先行撤去する。

- ・施工順序： 支間中央から桁端部へ荷重をバランスさせる手順
- ・施工条件： 夜間のみ片側通行規制、昼間は全面交通解放

(半日施工)

さらに、プレキャスト床版を使用する場合、架設上重機の橋面内への進入が必要となる。本検討では、吊り能力と自重の効率性から、25 ton 吊ホイールクレーンを使用するものとし、作業半径より支間長 $1/5$ まで進入させる。

プレキャスト床版の場合の実施工程 (半日施工)

(4主桁)

項 目	施 工 日 数 (日)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
既設床版撤去工		10m 一期施工	20m	30m					10m 二期施工	20m	30m				
新設床版架設															
軸力導入工	-	-	-	-			-	-	-	-					
交通切廻し															
二次施工側交通解放															
一次施工側交通解放															

注記) 上記工程表は荷重をバランスさせる為、2パーティーにて試算した。

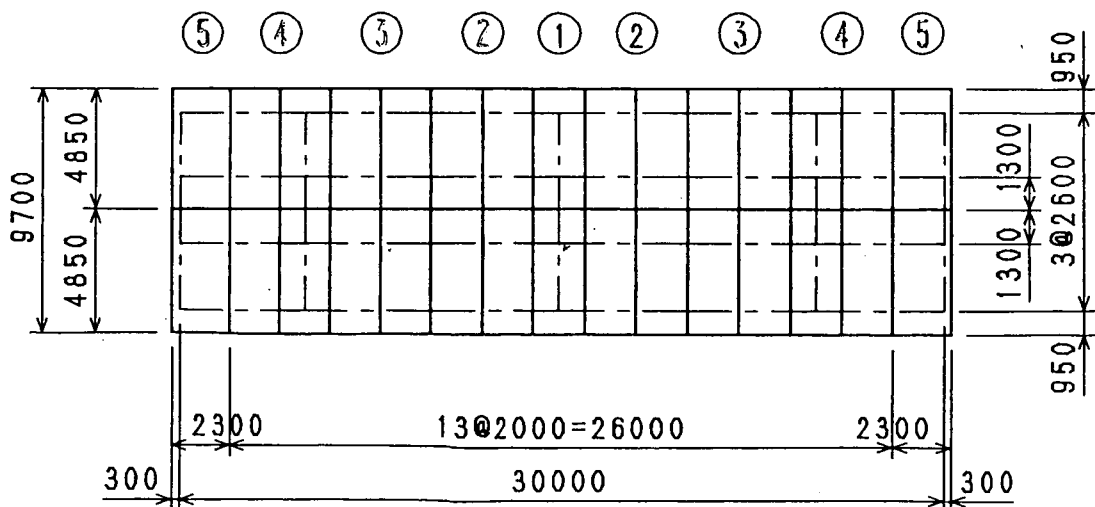


図 2.1 パネル割図

1.2.2. 設計手法

1日施工毎に主桁の応力状況を照査して安全性を確保すると共に、主桁に与える導入軸力量を決定する。

ここで、載荷状況は主桁の曲げモーメント影響線を用いて最大時を想定し、この場合について、また一次施工分（片側5日間の床版取り替え）のみの計算手順を示す。

・設計条件

新設床版厚： $d_{comp} = 21\text{ cm} - 3\text{ cm} = 18\text{ cm}$

$$\left\{ \begin{array}{l} EI_{rc} = 3.38 \times 108\text{ kg}\cdot\text{cm}^2 \\ \quad < EI_{comp} = 4.48 \times 108\text{ kg}\cdot\text{cm}^2 \\ P_{rc} = 46.8\text{ ton} < P_{comp} = 75.4\text{ ton} \end{array} \right.$$

計算手法： 格子解析

（但し、対傾構上の換算曲げ剛性を考慮した横分配効果を考慮）

荷 重： 活 荷 重 $TL-20$ （2.75m主載荷）

死 荷 重 ----- 現橋の合成後死荷重は先行撤去

撤去分の床版荷重を考慮する。

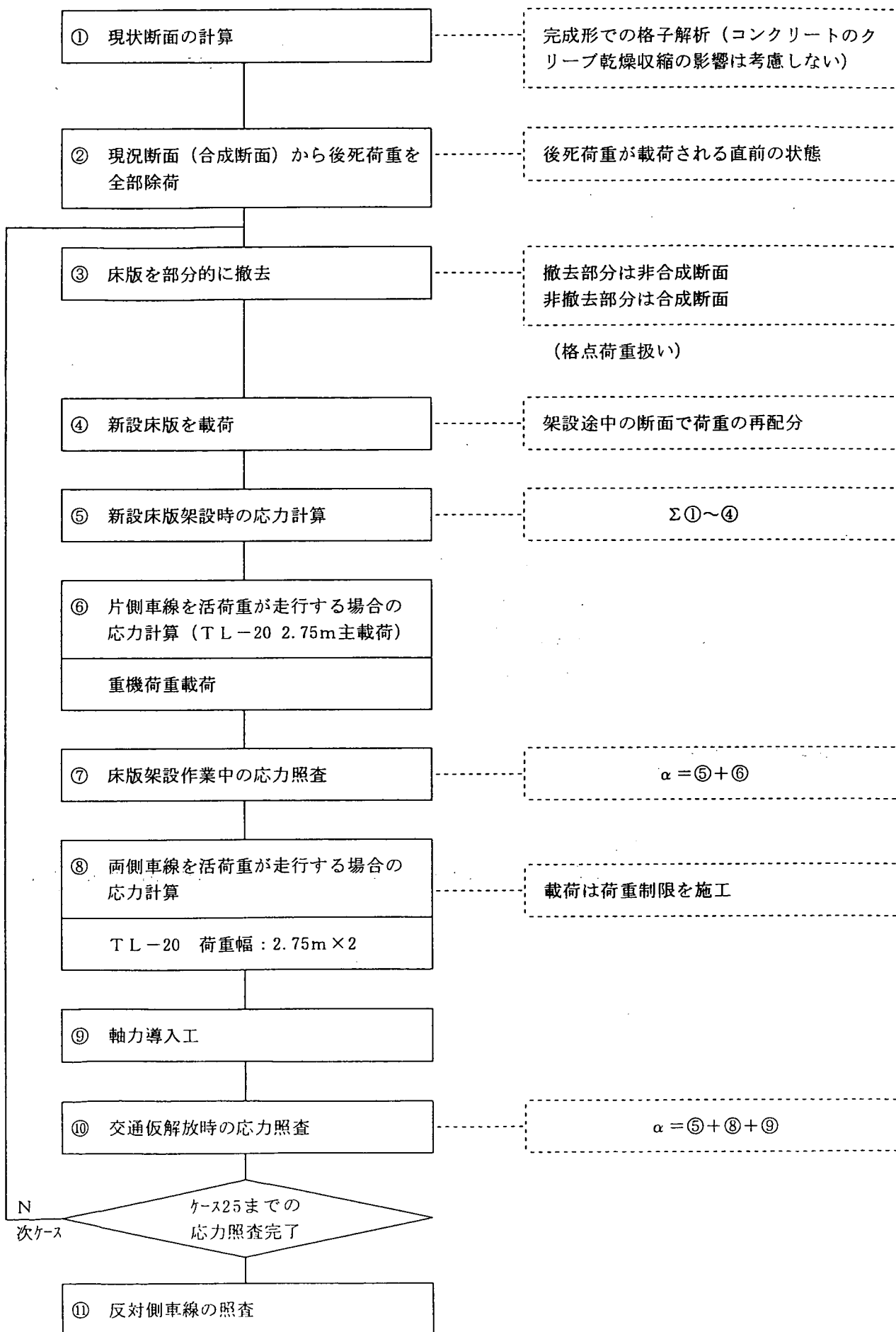
重機荷重 ----- 総重量の80%を1アウトリガーに載荷

（旋回時を想定）

照査断面： 断面変化点

許容応力： 施工時割増し（25%）は考慮しない

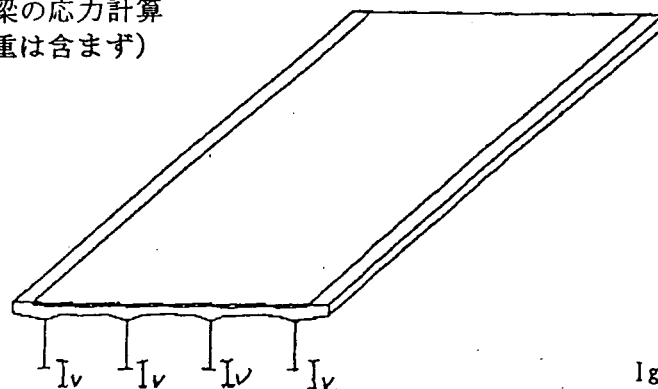
座屈照査は、横倒れと局部座屈の他、必要に応じてウェブ座屈と補剛材剛度を照査する。



1.2.3 照査手順

- ① 既設橋梁の死荷重による主桁の応力状況を合成桁の計算方法に基づいて計算する。
※ ここでは負荷応力（クリープ、乾燥収縮等）の影響は無視している。

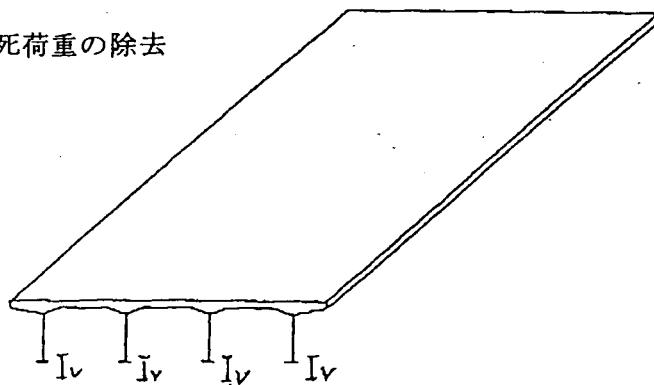
既設橋梁の応力計算
(活荷重は含まず)



I_g : 主桁非合成断面
 I_v : 主桁合成断面

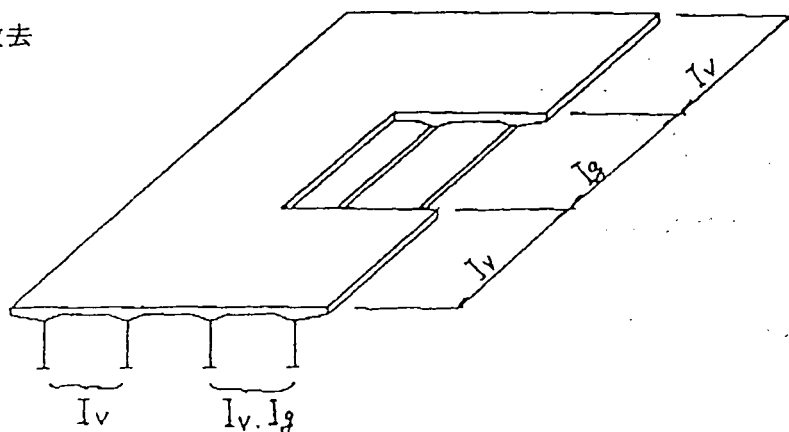
- ② 便宜的に、①の計算結果から合成後死荷重（地覆、舗装）を除荷する。
※ 以後は床版の分配効果を考慮する。

合成後死荷重の除去



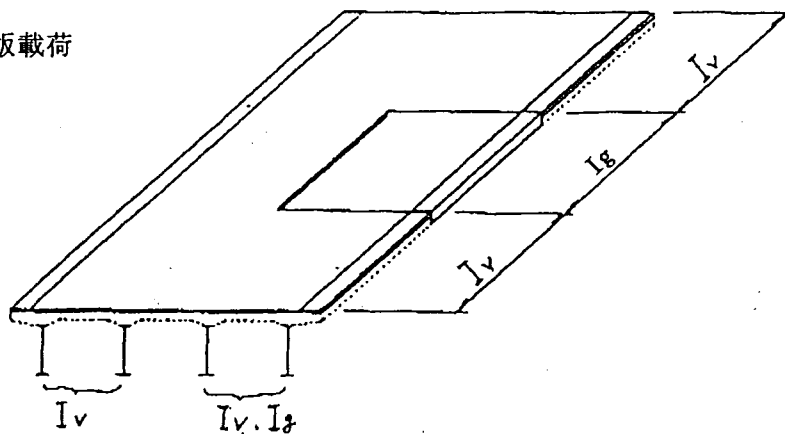
- ③ 1日施工分の床版を撤去した状態の主桁の応力を計算する。
(合成後死荷重は含まない)
床版撤去区間を非合成断面として、撤去床版分を逆向き（上向き）荷重として載荷する。（尚、載荷点は格点への集中荷重をする。）

床版撤去



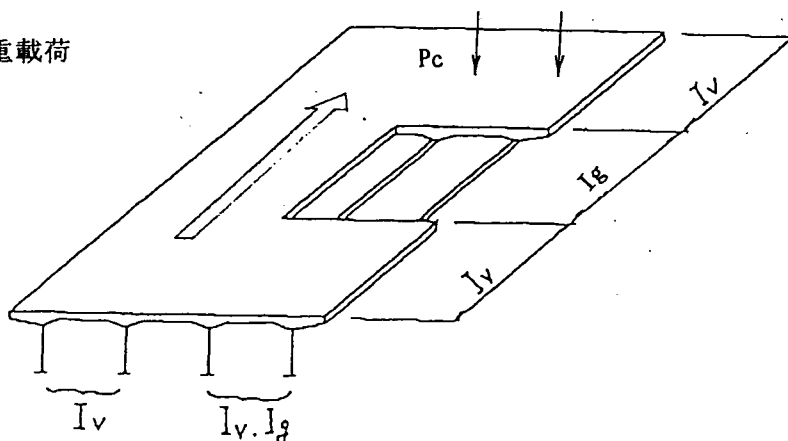
- ④ 新設床版を非合成桁断面に載荷（架設）し、主桁の応力を計算する。

新設床版載荷

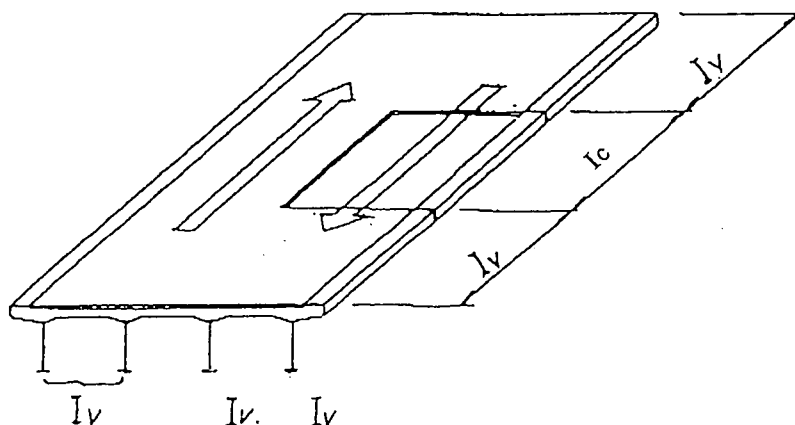


- ⑤ ①、②、③、④を加算して、1区間施工終了後の死荷重による主桁の応力を求める。
- ⑥ 下図の様に、床版架設用の重機荷重を、活荷重として載荷して主桁の応力を求め、⑤と加算して、主桁の応力を照査する。尚、片側車線には、活荷重を載荷する。

重機荷重載荷

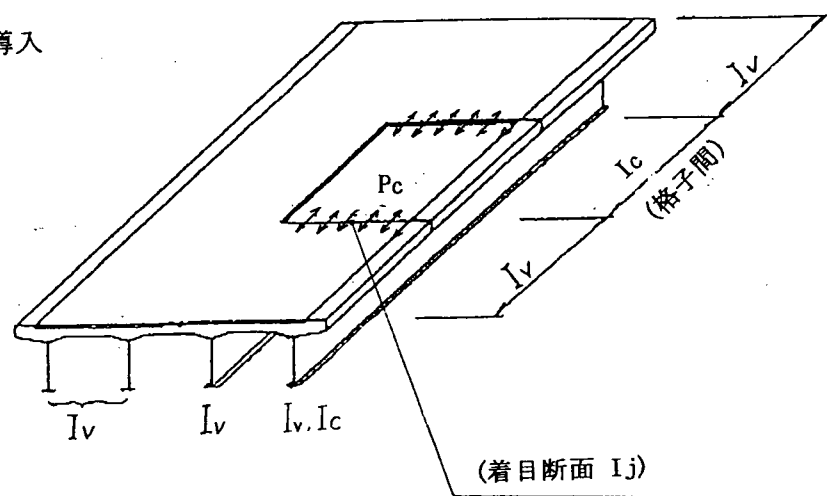


- ⑦ 両側車線に活荷重を載荷して主桁の応力を求め、⑤を加算して主桁の応力を照査する。尚、施工中の許容応力度は、25%増しを考慮する。



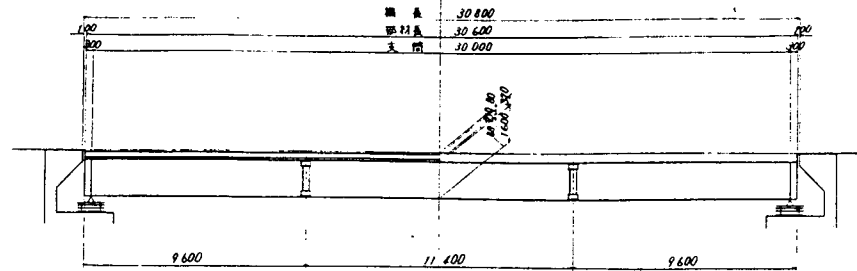
- ⑧ 交通解放するにあたって、⑦の結果から主桁の応力超過分をキャンセルする逆作用力を与えるために、装置の軸力導入量を決定する。

軸力導入

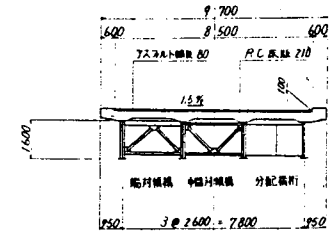


上部工構造一般図

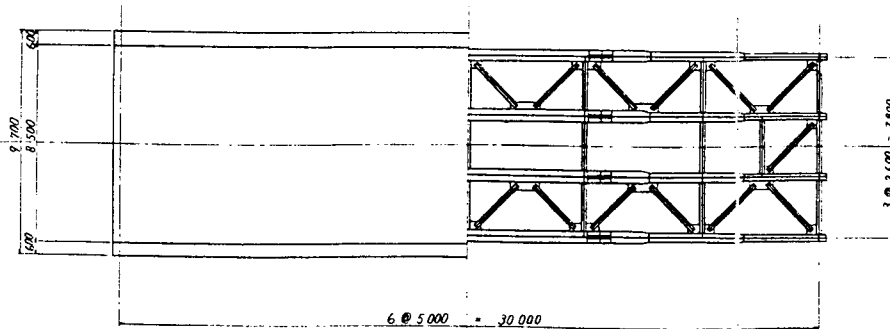
側面図 S=1/100



横断面図 S=1/100



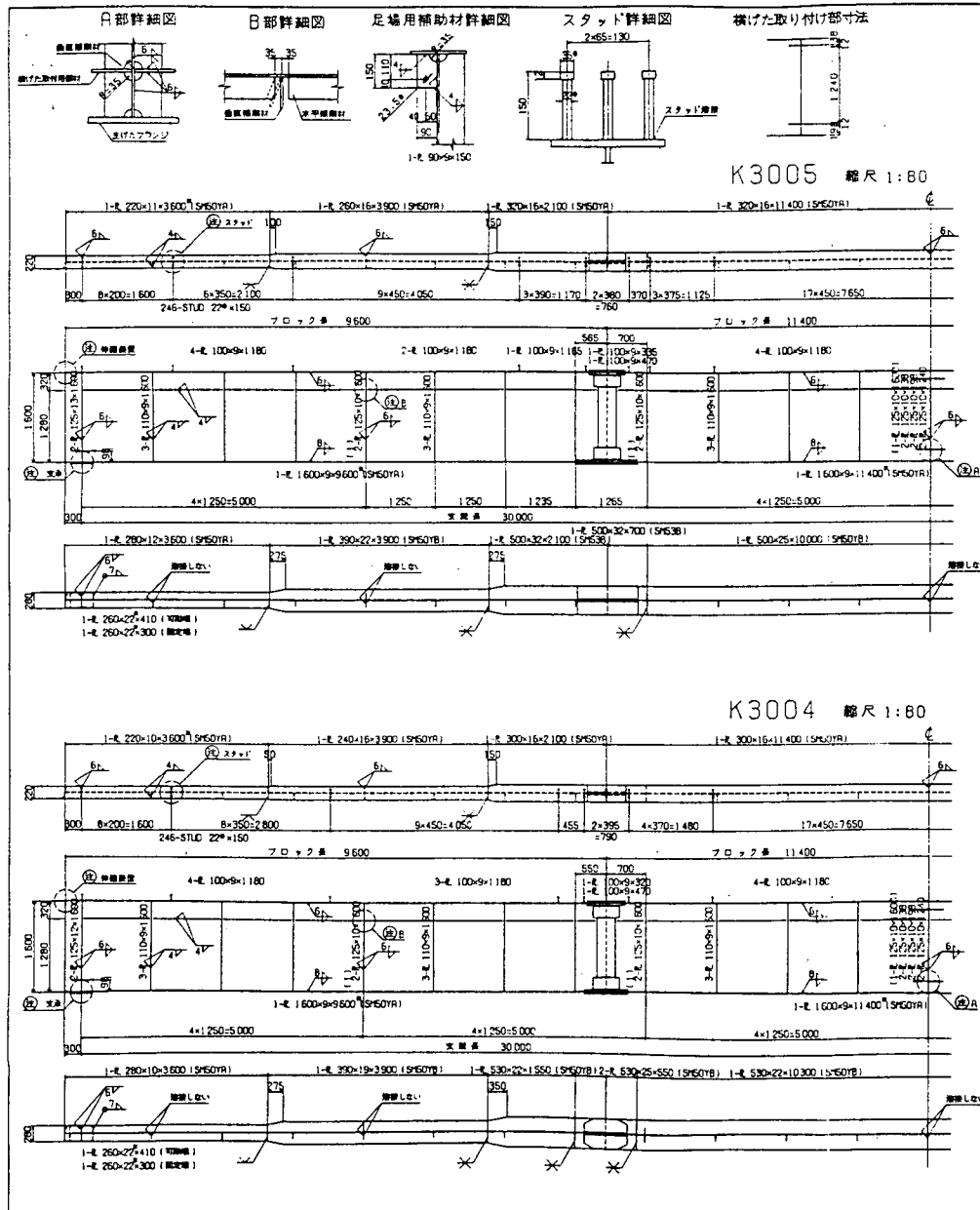
平面図 S=1/100



設計条件表

橋 式	1. 等 橋
形 式	鋼 鉄 骨 骨 架 合 成 桁
橋 長	30.0m
支 間 長	30.0m
橋 梁 車 道	8.5m
傾 角	9.0°
低 荷 重	T-20, L-20
床 版 厚 板 数	1.10
大型車交通量	1000台未満/日/1方向
床 版 厚	210mm
鋼 骨 厚	車 道 80mm
設計水平風速	0.20
コンクリート設計基準強度	30.0 kg/cm ²
許容応力度	コンクリート 85.7 鉄 筋 1400 (SD30)

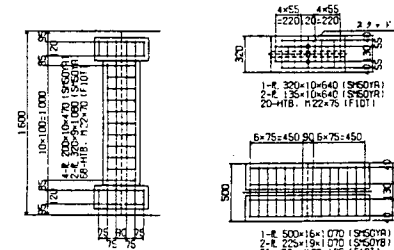
工 事 名	上部工構造一般図
図 号	上部工構造一般図
縮 尺	1/100
図 数	2
設計者	
監 理	
校 対	
審 査	
建設省土木研究所 構造研究室	



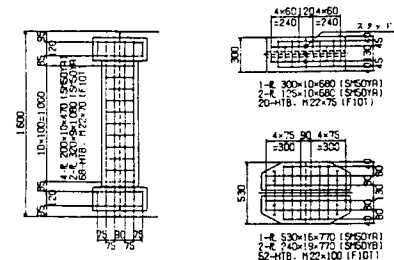
04-SPG-032 (S₃₀-A₁)-G₁-K₁)-S53 (支間) (斜角) (橋格) (主げた番号)

上部工一活荷重合成プレートガーダー橋一主げた構造図

K3005 連結詳細図 縮尺 1:40



K3004 連結詳細図 縮尺 1:40



注意事項

1. タイトル(1)内には、斜角・橋格・主げた番号を記入すること。
2. 材質表示のないものは、すべて S541 である。
3. 本図は、主げた図として表示してある。したがって、外付に異なる場合の中間部材間および横けた取り付け位置における高差補正の部材図または部材寸法は、(1)の図を参照すること。
4. 横けたおよび補助材の取り付けのための高差補正、高差補正の部材図を参照して取り付けること。
5. 高差補正の部材図は、高差補正の部材図と高差補正の部材図を参照して取り付けること。
6. 高差補正の部材図は、高差補正の部材図と高差補正の部材図を参照して取り付けること。
7. 高差補正の部材図は、高差補正の部材図と高差補正の部材図を参照して取り付けること。
8. 高差補正の部材図は、高差補正の部材図と高差補正の部材図を参照して取り付けること。
9. 高差補正の部材図は、高差補正の部材図と高差補正の部材図を参照して取り付けること。
10. 高差補正の部材図は、高差補正の部材図と高差補正の部材図を参照して取り付けること。

工 事 名	式 橋 梁 補 修 工 事
主 桁	
縮 尺	1/80
図 号	3
製 図 者	
検 査 者	
日 付	
建設省土木研究所 構造研究室	

1.2.5 照査結果

G-1

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4(CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
1 合成前死荷重	90.174 Ig	-1126.4	1027	168.075 Ig	-1456.1	1057	204.902 Ig	-1474.4	803	230.576 Ig	-1710.4	1085
2 合成後死荷重	9.302 Iv	-2	62	17.249 Iv	-7	72	20.923 Iv	-11	58	23.301 Iv	-11	76
③現状応力度	-	-1128	1089	-	-1463	1129	-	-1485	861	-	-1721	1161
④床版撤去(舗装撤去)	-16.080 Iv	4	-107	-30.489 Iv	13	-128	-37.795 Iv	19	-104	-44.057 Iv	21	-147
⑤新設床版載荷	-0.293 Iv	-1	2	-0.635 Iv	-1	3	-0.878 Iv	-1	2	-1.250 Iv	-1	4
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	- Iv	-1125	984	- Iv	-1451	1004	- Iv	-1467	759	- Iv	-1701	1018
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	39.555 Iv	-9	264	79.088 Iv	-32	330	101.506 Iv	-53	281	123.977 Iv	-59	404
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-	-1134	1248	-	-1483	1334	-	-1520	1040	-	-1760	1422
⑨両側車線活荷重走行 (全載荷)	43.014 Iv	-9	287	86.396 Iv	-35	361	111.487 Iv	-59	309	137.814 Iv	-65	450
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-	-1134	1271	-	-1486	1365	-	-1526	1068	-	-1766	1468
⑪床版軸力導入(P)	-			-			-			-		
⑫軸力導入による応力度	-			-			-			-		
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-	-1134	1271	-	-1486	1365	-	-1526	1068	-	-1766	1468

G-2

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9(CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
①合成前死荷重	84.339 Ig	-1118	1051	157.064 Ig	-1444	1097	177.864 Ig	-1378	886	191.223 Ig	-1457	869	215.064 Ig	-1666	1072
②合成後死荷重	9.069 Iv	-1	64	16.978 Iv	-5	77	19.276 Iv	-7	66	20.777 Iv	-8	65	23.612 Iv	-9	81
③現状応力度	-	-1119	1115	-	-1449	1174	-	-1385	952	-	-1465	934	-	-1675	1153
④床版撤去(舗装撤去)	-19.390 Iv	6	-138	-35.880 Iv	11	-163	-40.035 Iv	15	-137	-43.052 Iv	17	-135	-48.119 Iv	19	-150
⑤新設床版載荷	1.219 Iv	-1	9	2.618 Iv	-1	12	3.161 Iv	-1	11	3.546 Iv	-1	11	5.066 Iv	-2	16
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	- Iv	-1114	986	- Iv	-1439	1023	- Iv	-1371	826	- Iv	-1449	810	- Iv	-1658	1019
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	51.750 Iv	-6	365	85.955 Iv	-25	390	93.643 Iv	-34	321	96.773 Iv	-38	303	94.058 Iv	-36	323
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-	-1120	1351	-	-1464	1413	-	-1405	1147	-	-1487	1113	-	-1694	1342
⑨両側車線活荷重走行 (全載荷)	65.706 Iv	-8	464	112.079 Iv	-33	509	123.484 Iv	-45	423	129.637 Iv	-50	406	133.642 Iv	-51	458
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-	-1122	1450	-	-1472	1532	-	-1416	1249	-	-1499	1216	-	-1709	1477
⑪床版軸力導入(P)	-			-			-			-			-		
⑫軸力導入による応力度	-			-			-			-			-		
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-	-1122	1450	-	-1472	1532	-	-1416	1249	-	-1499	1216	-	-1709	1477

G-4

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
①合成前死荷重	90.174 Ig	-1126	1027	168.075 Ig	-1456	1057	204.902 Ig	-1474	803	230.576 Ig	-1710	1085
②合成後死荷重	9.302 Iv	-2	62	17.249 Iv	-7	72	20.923 Iv	-11	58	23.301 Iv	-11	76
③現状応力度	—	-1128	1089	—	-1463	1129	—	-1485	861	—	-1721	1161
④床版撤去 (舗装撤去)	-20.996 Iv	5	-141	-41.174 Iv	18	-173	-52.598 Iv	27	-146	-65.972 Iv	31	-217
⑤新設床版載荷	4.173 Iv	-1	28	9.073 Iv	-4	38	12.573 Iv	-6	35	18.662 Ig	-138	87
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	— Iv	-1124	976	— Iv	-1449	994	— Iv	-1464	750	— Ig	-1828	1031
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	56.378 Iv	-13	376	85.331 Iv	-35	356	85.259 Iv	-43	236	64.532 Ig	-479	303
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	—	-1137	1352	—	-1484	1350	—	-1507	986	—	-2307	1334
⑨両側車線活荷重走行 (全載荷)	43.006 Iv (104.818)	-10 (-27)	287 (703)	86.418 Iv (203.047)	-35 (-87)	361 (853)	111.563 Iv (255.263)	-59 (-129)	309 (702)	138.202 Ig (303.800)	-387 (-850)	523 (1149)
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	—	-1134	1263	—	-1484	1355	—	-1523	1059	—	-2215	1554
⑪床版軸力導入 (P)	—			—			—			4.500 t (6.400)		
⑫軸力導入による応力度	—			—			—			—	52 (75)	-10 (-15)
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	—	-1134	1263	—	-1484	1355	—	-1523	1059	—	-2163	1544

G-3

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9 (CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
①合成前死荷重	84.339 Ig	-1118	1051	157.064 Ig	-1444	1097	177.864 Ig	-1378	886	191.223 Ig	-1457	869	215.064 Ig	-1666	1072
②合成後死荷重	9.069 Iv	-1	64	16.978 Iv	-5	77	19.276 Iv	-7	66	20.777 Iv	-8	65	23.612 Iv	-9	81
③現状応力度	—	-1119	1115	—	-1449	1174	—	-1385	952	—	-1465	934	—	-1675	1153
④床版撤去 (舗装撤去)	-20.838 Iv	3	-148	-39.163 Iv	12	-178	-44.553 Iv	17	-152	-47.647 Iv	19	-149	-55.996 Iv	22	-175
⑤新設床版載荷	2.535 Iv	-1	18	5.601 Iv	-2	26	6.841 Iv	-3	23	7.721 Iv	-3	24	12.223 Ig	-95	61
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	— Iv	-1117	985	— Iv	-1439	1022	— Iv	-1371	823	— Iv	-1449	809	— Ig	-1748	1039
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	36.930 Iv	-4	261	64.931 Iv	-19	294	71.448 Iv	-26	245	76.736 Iv	-30	240	82.962 Ig	-643	413
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	—	-1121	1246	—	-1458	1316	—	-1397	1068	—	-1479	1049	—	-2391	1452
⑨両側車線活荷重走行 (全載荷)	65.612 Iv (106.576)	-8 (-13)	463 (757)	111.675 Iv (190.520)	-33 (-58)	506 (867)	122.859 Iv (212.012)	-45 (-79)	421 (725)	128.838 Iv (222.632)	-50 (-87)	403 (696)	131.297 Ig (235.667)	-374 (-591)	522 (914)
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	—	-1125	1448	—	-1472	1528	—	-1416	1244	—	-1499	1212	—	-2122	1561
⑪床版軸力導入 (P)	—			—			—			—			4.500 t (6.400)		
⑫軸力導入による応力度	—			—			—			—			—	55 (75)	-11 (-15)
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	—	-1125	1448	—	-1472	1528	—	-1416	1244	—	-1499	1212	—	-2067	1550

G-1

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)						
	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl
③現 状 応 力 度		Iv	-1125	984		Iv	-1451	1004		Iv	-1467	759		Iv	-1701	1018
④床版撤去（舗装撤去）	3.637	Iv	-1	24	8.446	Iv	-4	35	12.180	Iv	-6	33	18.394	Iv	-9	60
⑤新設床版載荷	-3.305	Iv	1	-22	-7.673	Iv	3	-32	-11.067	Iv	6	-30	-16.712	Iv	8	-55
⑥Σ③～⑤死荷重応力度	—	Iv	-1125	986	—	Iv	-1452	1007	—	Iv	-1461	762	—	Iv	-1702	1023
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	39.713	Iv	-10	266	78.932	Iv	-34	332	100.789	Iv	-51	277	121.726	Iv	-58	399
⑧Σ⑥＋⑦架設時応力度	—		-1135	1252	—		-1486	1339	—		-1512	1039	—		-1760	1422
⑨両側車線活荷重走行	43.006	Iv	-11	289	86.361	Iv	-37	363	111.428	Iv	-57	306	137.732	Iv	-66	452
⑩Σ⑥＋⑨供用時応力度	—		-1136	1275	—		-1489	1370	—		-1518	1068	—		-1768	1475
⑪床版軸力導入（P）	—				—				—				—			
⑫軸力導入による応力度	—				—				—				—			
⑬Σ⑩＋⑫緩和応力度	—		-1136	1275	—		-1489	1370	—		-1518	1068	—		-1768	1475

G-2

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9 (CENTER)			
	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	
③現 状 応 力 度	Iv	-1114	986	Iv	-1439	1023	Iv	-1371	826	Iv	-1449	810	Iv	-1658	1019	
④床版撤去（舗装撤去）	-8.640	Iv	1	-61	-20.034	Iv	6	-91	-24.926	Iv	9	-85	-28.398	Iv	11	-89
⑤新設床版載荷	7.850	Iv	-1	56	18.203	Iv	-6	83	22.647	Iv	-8	77	25.802	Iv	-10	81
⑥Σ③～⑤死荷重応力度	-	Iv	-1114	981	-	Iv	-1439	1015	-	Iv	-1370	818	-	Iv	-1448	802
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	53.703	Iv	-7	382	93.384	Iv	-28	425	104.307	Iv	-39	356	110.132	Iv	-43	345
⑧Σ⑥＋⑦架設時応力度	-		-1121	1363	-		-1467	1440	-		-1409	1174	-		-1491	1147
⑨両側車線活荷重走行	65.810	Iv	-8	468	112.384	Iv	-34	512	123.907	Iv	-46	423	130.143	Iv	-51	407
⑩Σ⑥＋⑨供用時応力度	-		-1122	1449	-		-1473	1527	-		-1416	1241	-		-1499	1209
⑪床版軸力導入（P）	-				-				-				-			
⑫軸力導入による応力度	-				-				-				-			
⑬Σ⑩＋⑫緩和応力度	-		-1122	1449	-		-1473	1527	-		-1416	1241	-		-1499	1209

G-4

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)						
	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl				
③現 状 応 力 度		Iv	-1124	976		Iv	-1449	994		Iv	-1464	750		Ic	-1828	1031
④床版撤去（舗装撤去）	-16.946	Iv	4	-114	-37.139	Iv	16	-156	-51.727	Iv	26	-142	-62.612	Ic	39	-209
⑤新設床版載荷	15.397	Iv	-4	103	33.744	Iv	-14	142	46.999	Iv	-24	129	56.889	Ic	-36	190
⑥Σ③～⑤死荷重応力度	-	Iv	-1124	965	-	Iv	-1447	980	-	Iv	-1462	737	-	Ic	-1825	1012
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	47.935	Iv	-12	320	67.676	Iv	-29	284	61.429	Iv	-31	168	52.010	Ic	-33	174
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1136	1285	-		-1476	1264	-		-1493	905	-		-1858	1186
⑨両側車線活荷重走行	43.017	Iv	-11	288	86.462	Iv	-37	363	111.657	Ij	-308	353	138.296	Ic	-86	462
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-		-1135	1253	-		-1484	1343	-		-1770	1090	-		-1911	1474
⑪床版軸力導入（P）	-				-				4.500 t				-			
⑫軸力導入による応力度	-				-				-		52	-9	-			
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1135	1253	-		-1484	1343	-		-1718	1081	-		-1911	1474

G-3

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9 (CENTER)							
	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl				
③現 状 応 力 度		Iv	-1117	985		Iv	-1439	1022		Iv	-1371	823		Iv	-1449	810		Ic	-1748	1039
④床版撤去（舗装撤去）	-11.662	Iv	1	-83	-24.605	Iv	8	-112	-29.491	Iv	11	-101	-32.693	Iv	13	-102	-33.399	Ic	17	-116
⑤新設床版載荷	10.596	Iv	-1	75	22.356	Iv	7	102	26.795	Iv	-10	92	29.946	Iv	-12	94	30.346	Ic	-15	106
⑥Σ③～⑤死荷重応力度	-	Iv	-1117	977	-	Iv	-1424	1012	-	Iv	-1370	814	-	Iv	-1448	802	-	Ic	-1746	1029
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	30.623	Iv	-3	217	48.534	Iv	-14	221	50.000	Iv	-18	171	50.950	Iv	-20	159	44.397	Ic	-22	155
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1120	1194	-		-1438	1233	-		-1388	985	-		-1468	961	-		-1768	1184
⑨両側車線活荷重走行	65.516	Iv	-8	466	111.387	Iv	-34	507	122.449	Iv	-46	419	128.323	Ij	-363	466	130.675	Ic	-67	456
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-		-1125	1443	-		-1458	1519	-		-1416	1233	-		-1811	1268	-		-1813	1485
⑪床版軸力導入（P）	-				-				-				4.500 t				-			
⑫軸力導入による応力度	-				-				-				-		54	-10	-			
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1125	1443	-		-1458	1519	-		-1416	1233	-		-1757	1258	-		-1813	1485

G - 1

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
③現 状 応 力 度		Iv	-1125	986		Iv	-1452	1007		Iv	-1461	762
④床版撤去 (舗装撤去)	2.906	Iv	-1	19	5.495	Iv	-2	23	6.885	Iv	-3	19
⑤新設床版載荷	-2.641	Iv	1	-18	-4.993	Iv	2	-21	-6.255	Iv	3	-17
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	-	Iv	-1125	987	-	Iv	-1452	1009	-	Iv	-1461	764
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	39.123	Iv	-10	263	78.589	Iv	-34	330	101.290	Iv	-52	278
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1135	1250	-		-1486	1339	-		-1513	1042
⑨両側車線活荷重走行	42.963	Iv	-11	288	86.297	Iv	-36	362	111.366	Iv	-57	306
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-		-1136	1275	-		-1488	1371	-		-1518	1070
⑪床版軸力導入 (P)	-				-				-			
⑫軸力導入による応力度	-				-				-			
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1136	1275	-		-1488	1371	-		-1518	1070

G - 2

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9 (CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
③現 状 応 力 度		Iv	-1114	981		Iv	-1439	1015		Iv	-1370	818		Iv	-1448
④床版撤去 (舗装撤去)	-8.080	Iv	1	-57	-15.306	Iv	5	-70	-17.465	Iv	7	-60	-18.997	Iv	8
⑤新設床版載荷	7.341	Iv	-1	52	13.907	Iv	-4	63	15.869	Iv	-6	54	17.260	Iv	-7
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	-	Iv	-1114	976	-	Iv	-1438	1008	-	Iv	-1369	812	-	Iv	-1447
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	51.538	Iv	-7	366	85.305	Iv	-26	389	92.144	Iv	-35	315	94.498	Iv	-37
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1121	1342	-		-1464	1397	-		-1404	1127	-		-1484
⑨両側車線活荷重走行	66.173	Iv	-8	470	113.012	Iv	-35	515	124.557	Iv	-46	426	130.821	Iv	-51
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-		-1122	1446	-		-1473	1523	-		-1415	1238	-		-1498
⑪床版軸力導入 (P)	-				-				-				-		
⑫軸力導入による応力度	-				-				-				-		
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1122	1446	-		-1473	1523	-		-1415	1238	-		-1498

G-4

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)						
	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl				
③現 状 応 力 度		Iv	-1124	965	Iv	-1,447	980		Iv	-1462	737	Ic	-1825	1012		
④床版撤去 (舗装撤去)	-17.851	Iv	5	-120	-34.421	Iv	15	-145	-43.806	Iv	22	-120	-44.369	Ic	28	-148
⑤新設床版載荷	16.219	Iv	-4	108	31.274	Ig	-270	197	39.801	Ig	-286	156	40.313	Ic	-25	135
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	-	Iv	-1123	953	-	Ig	-1702	1032	-	Ig	-1726	773	-	Ic	-1822	999
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	4.918	Iv	-1	33	10.055	Ig	-87	64	13.381	Ig	-96	53	17.186	Ic	-11	58
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1124	986	-	-1789	1096	-		-1822	826	-		-1833	1057	
⑨両側車線活荷重走行	43.124	Iv	-11	289	86.657	Ij	-258	424	111.852	Ic	-73	313	138.374	Ic	-86	462
⑩Σ⑧+⑨供用時応力度	-		-1134	1242		-1960	1456	-		-1799	1086	-		-1908	1461	
⑪床版軸力導入 (P)	-				4.500	t		-				-				
⑫軸力導入による応力度	-				-	60	-15	-				-				
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1134	1242	-	-1900	1441	-		-1799	1086	-		-1908	1461	

G-3

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9 (CENTER)							
	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl					
③現 状 応力度		Iv	-1117	977		Iv	-1424	1012		Iv	-1370	814		Iv	-1448	802		Ic	-1746	1029
④床版撤去 (舗装撤去)	-10.586	Iv	1	-75	-20.699	Iv	6	-94	-23.981	Iv	9	-82	-26.311	Iv	10	-82	-24.896	Ic	13	-87
⑤新設床版載荷	9.619	Iv	-1	68	18.807	Ig	-173	131	21.789	Ig	-169	109	23.905	Ig	-9	75	22.620	Ic	-12	79
⑥Σ③～⑤死荷重応力度	-	Iv	-1117	970	-	Ig	-1591	1049	-	Ig	-1530	841	-	Ig	-1447	795	-	Ic	-1745	1021
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	11.106	Iv	-1	79	21.893	Ig	-201	153	25.734	Ig	-199	128	28.857	Ig	-11	90	40.379	Ic	-21	140
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1118	1049	-		-1792	1202	-		-1729	969	-		-1458	885	-		-1766	1161
⑨両側車線活荷重走行	65.140	Iv	-8	462	110.635	Ij	-337	592	121.657	Ic	-62	424	127.525	Ic	-50	399	130.256	Ic	-66	453
⑩Σ⑧+⑨供用時応力度	-		-1125	1432	-		-1928	1641	-		-1592	1265	-		-1497	1194	-		-1811	1474
⑪床版軸力導入 (P)	-				4.500 t				-				-				-			
⑫軸力導入による応力度	-				-		62	-16	-				-				-			
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1125	1432	-		-1866	1625	-		-1592	1265	-		-1497	1194	-		-1811	1474

G-1

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)						
	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl	M(tf・m)	σu	σl				
③現 状 応 力 度		Iv	-1125	987	Iv	-1452	1009		Iv	-1461	764	Iv	-1703	1026		
④床版撤去（舗装撤去）	1.466	Iv	-1	10	2.397	Iv	-1	10	2.622	Iv	-1	7	2.509	Iv	-1	8
⑤新設床版載荷	-1.332	Iv	1	-9	-2.178	Iv	1	-9	-2.382	Iv	1	-7	-2.280	Iv	1	-7
⑥Σ③～⑤死荷重応力度	-	Iv	-1125	988	-	Iv	-1452	1010	-	Iv	-1461	764	-	Iv	-1703	1027
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	39.191	Iv	-10	263	78.856	Iv	-34	331	101.718	Iv	-52	280	124.904	Iv	-59	410
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1135	1251	-		-1486	1341	-		-1513	1044	-		-1762	1437
⑨両側車線活荷重走行	42.963	Iv	-11	288	86.297	Iv	-37	363	111.366	Iv	-57	306	137.750	Iv	-66	452
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-		-1136	1276	-		-1489	1373	-		-1518	1070	-		-1769	1479
⑪床版軸力導入（P）	-				-				-				-			
⑫軸力導入による応力度	-				-				-				-			
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1136	1276	-		-1489	1373	-		-1518	1070	-		-1769	1479

G-2

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9 (CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
③現 状 応 力 度		Iv	-1114	976	Iv	-1438	1008	Iv	-1369	812	Iv	-1447	797	Iv	-1657
④床版撤去 (舗装撤去)	-4.723	Iv	1	-33	-7.936	Iv	2	-36	-8.486	Iv	3	-29	-8.876	Iv	4
⑤新設床版載荷	4.291	Iv	-1	30	7.211	Iv	-2	33	7.710	Iv	-3	26	8.065	Iv	-3
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	-	Iv	-1114	973	-	Iv	-1438	1005	-	Iv	-1369	809	-	Iv	-1447
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	50.590	Iv	-6	359	82.188	Iv	-25	375	88.137	Iv	-33	301	89.850	Iv	-35
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1120	1332	-		-1463	1380	-		-1402	1110	-		-1482
⑨両側車線活荷重走行	66.173	Iv	-8	470	113.012	Iv	-35	514	124.557	Iv	-46	426	130.821	Iv	-51
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-		-1122	1443	-		-1473	1519	-		-1415	1235	-		-1498
⑪床版軸力導入 (P)	-				-				-				-		
⑫軸力導入による応力度	-				-				-				-		
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1122	1443	-		-1473	1519	-		-1415	1235	-		-1498

G - 4

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)					
	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl			
③現 状 応力度		Iv	-1123	953	Ic	-1702	1032	Ic	-1726	773	Ic	-1822	999		
④床版撤去（舗装撤去）	-15.430	Iv	4	-104	Ic	14	-102	-24.346	Ic	16	-68	-24.680	Ic	15	-83
⑤新設床版載荷	14.019	Ig	-175	160	Ic	-13	93	22.120	Ic	-14	62	22.423	Ic	-14	75
⑥Σ③～⑤死荷重応力度	-	Ig	-1294	1009	Ic	-1701	1023	-	Ic	-1724	767	-	Ic	-1821	991
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	4.176	Ig	-52	48	Ic	-5	36	11.170	Ic	-7	31	15.063	Ic	-9	51
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1346	1057	-	-1706	1059	-	-1731	798	-	-1830	1042		
⑨両側車線活荷重走行	43.124	Ij	-146	345	Ic	-51	372	111.852	Ic	-73	311	138.374	Ic	-86	462
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-		-1440	1354	-	-1752	1395	-	-1797	1078	-	-1907	1453		
⑪床版軸力導入（P）	4.500	t			-			-			-				
⑫軸力導入による応力度	-		79	-29	-			-			-				
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1361	1325	-	-1752	1395	-	-1797	1078	-	-1907	1453		

G - 3

G-3

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9 (CENTER)							
	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl				
③現 状 応力度		Iv	-1117	970		Ic	-1591	1049		Ic	-1530	841		Ic	-1447	795		Ic	-1745	1021
④床版撤去 (舗装撤去)	-10.722	Iv	1	-76	-15.216	Ic	7	-70	-14.491	Ic	7	-50	-13.976	Ic	5	-44	-13.352	Ic	7	-47
⑤新設床版載荷	9.742	Ig	-129	121	13.825	Ic	-6	64	13.166	Ic	-7	46	12.699	Ic	-5	40	12.131	Ic	-6	42
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	-	Ig	-1245	1015	-	Ic	-1590	1043	-	Ic	-1530	837	-	Ic	-1447	791	-	Ic	-1744	1016
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	13.571	Ig	-180	169	27.575	Ic	-12	128	32.734	Ic	-17	114	36.867	Ic	-15	115	47.100	Ic	-24	164
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-		-1425	1184	-		-1602	1171	-		-1547	951	-		-1462	906	-		-1768	1180
⑨両側車線活荷重走行	65.140	Ij	-224	559	110.635	Ic	-51	514	121.657	Ic	-62	424	127.525	Ic	-50	399	130.256	Ic	-66	454
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-		-1469	1574	-		-1641	1557	-		-1592	1261	-		-1497	1190	-		-1810	1470
⑪床版軸力導入 (P)	4.500	t			-				-				-				-			
⑫軸力導入による応力度	-		83	-32	-				-				-				-			
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-		-1386	1542	-		-1641	1557	-		-1592	1261	-		-1497	1190	-		-1810	1470

G-1

G - 1

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)						
	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl				
③現 状 応 力 度		Iv	-1125	988		Iv	-1452	1010		Iv	-1461	764		Iv	-1703	1017
④床版撤去（舗装撤去）	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0
⑤新設床版載荷	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0
⑥Σ③～⑤死荷重応力度	-	Iv	-1125	988	-	Iv	-1452	1010	-	Iv	-1461	764	-	Iv	-1703	1017
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	39.569	Iv	-10	266	79.133	Iv	-34	333	101.586	Iv	-52	279	124.115	Iv	-59	407
⑧Σ⑥＋⑦架設時応力度	-		-1135	1254	-		-1486	1343	-		-1513	1043	-		-1762	1424
⑨両側車線活荷重走行	42.941	Iv	-11	288	86.274	Iv	-37	362	111.359	Iv	-57	306	137.771	Iv	-66	452
⑩Σ⑥＋⑨供用時応力度	-		-1136	1276	-		-1489	1372	-		-1518	1070	-		-1769	1469
⑪床版軸力導入（P）	-				-				-				-			
⑫軸力導入による応力度	-				-				-				-			
⑬Σ⑩＋⑫緩和応力度	-		-1136	1276	-		-1489	1372	-		-1518	1070	-		-1769	1469

G-2

G-2		SEC-5						SEC-6						SEC-7						SEC-8						SEC-9 (CENTER)					
		M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl	M(tf・m)		σu	σl						
③現 状 応 力 度			Iv	-1114	973		Iv	-1438	1005		Iv	-1369	809		Iv	-1447	794		Iv	-1656	999										
④床版撤去（舗装撤去）		0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0						
⑤新設床版載荷		0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0	0.000	Iv	0	0						
⑥Σ③～⑤死荷重応力度		-	Iv	-1114	973	-	Iv	-1438	1005	-	Iv	-1369	809	-	Iv	-1447	794	-	Iv	-1656	999	-									
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行		48.724	Iv	-6	346	79.755	Iv	-25	363	86.284	Iv	-33	295	88.479	Iv	-34	277	83.159	Iv	-33	260										
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度		-		-1120	1319	-		-1463	1368	-		-1402	1104	-		-1481	1071	-		-1689	1259										
⑨両側車線活荷重走行		66.333	Iv	-8	471	113.204	Iv	-35	515	124.771	Iv	-46	426	130.950	Iv	-51	410	134.628	Iv	-53	421										
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度		-		-1122	1444	-		-1473	1520	-		-1415	1235	-		-1498	1204	-		-1709	1420										
⑪床版軸力導入（P）		-				-				-				-				-													
⑫軸力導入による応力度		-				-				-				-				-													
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度		-		-1122	1444	-		-1473	1520	-		-1415	1235	-		-1498	1204	-		-1709	1420										

G-4

	SEC-1			SEC-2			SEC-3			SEC-4 (CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
③現 状 応 力 度	Ic	-1294	1009	Ic	-1701	1023	Ic	-1724	767	Ic	-1821	999
④床版撤去 (舗装撤去)	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0
⑤新設床版載荷	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	-	Ic	-1294	-	Ic	-1701	-	Ic	-1724	-	Ic	-1821
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	3.574	Ic	-1	7.584	Ic	-4	10.384	Ic	-6	14.528	Ic	-9
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-	-	-1295	-	-	-1705	-	-	-1730	-	-	-1830
⑨両側車線活荷重走行	43.183	Ic	-20	86.719	Ic	-51	111.889	Ic	-73	138.377	Ic	-86
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-	-	-1314	-	-	-1752	-	-	-1797	-	-	-1907
⑪床版軸力導入 (P)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑫軸力導入による応力度	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-	-	-1314	-	-	-1752	-	-	-1797	-	-	-1907

G-3

	SEC-5			SEC-6			SEC-7			SEC-8			SEC-9 (CENTER)		
	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl	M(tf·m)	σu	σl
③現 状 応 力 度	Ic	-1245	1015	Ic	-1590	1043	Ic	-1530	837	Ic	-1447	791	Ic	-1744	1016
④床版撤去 (舗装撤去)	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0
⑤新設床版載荷	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0	0.000	Ic	0
⑥Σ③~⑤死荷重応力度	-	Ic	-1245	-	Ic	-1590	-	Ic	-1530	-	Ic	-1447	-	Ic	-1744
⑦重機荷重、片側車線活荷重走行	16.645	Ic	-5	31.560	Ic	-14	36.209	Ic	-18	40.003	Ic	-16	48.270	Ic	-25
⑧Σ⑥+⑦架設時応力度	-	-	-1250	-	-	-1604	-	-	-1548	-	-	-1463	-	-	-1769
⑨両側車線活荷重走行	64.922	Ic	-19	110.396	Ic	-50	121.468	Ic	-62	127.369	Ic	-50	130.228	Ic	-66
⑩Σ⑥+⑨供用時応力度	-	-	-1264	-	-	-1640	-	-	-1592	-	-	-1497	-	-	-1810
⑪床版軸力導入 (P)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑫軸力導入による応力度	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
⑬Σ⑩+⑫緩和応力度	-	-	-1264	-	-	-1640	-	-	-1592	-	-	-1497	-	-	-1810

1.2.6 考察

・本試算の結果から、格子剛度の違いによる荷重分配作用は、下記のような事が判断できる。

- a. 両側車線活荷重走行時 ----- 軸力導入工法では、取り替え部分の格子剛度がプレキャスト床版を合成した剛度 I_c に替わるが、既設部分の剛度 I_v との差が小さいため、剛度差による外力の分担率は1～2%程度である。
- b. 片側車線活荷重走行時 ----- 施工部分の剛度が1gに変わり、剛度が1/3程度に減少することで、内桁の分担比が変化するが、施工側への载荷がないため、外力分担率のバランスは良い。
- c. たわみ差 ----- 各施工毎の活荷重による最大たわみ差は4.3mm程度であり、また重機载荷によるたわみ差も4.0mm若となった。
この結果、横桁に発生する応力も $\sigma_u = 350 \text{ kgf/cm}^2$ 程度で問題無い。
但し、実橋の横桁方向変位は、桁の回転変形を伴うため、試算より小さいものと判断される。

・試算における横分配作用荷は、分配横桁及び対傾構の換算曲げ剛度を用いた。

これは4主桁を施工する場合、先行して幅員中央にカッターを用いて床版を切断し、1、2期の床版支持材として縦桁を配置させるのが、一般的であるためである。

・床版死荷重の入れ換えについては、撤去荷重を I_v 剛度から新設荷重载荷を1g剛度へ载荷させた。
これは、床版撤去工法により、ブレーカー等を用いる場合は、桁剛度が順次 $I_v \rightarrow I_g$ に変化するためである。

従って、打替後の死荷重応力は $100 \sim 175 \text{ kgf/cm}^2$ 程度増加する結果にした。

・軸力導入装置を用いた断面の照査派、着目点（断面変化点）と装置の使用位置が異なるため、着目点での外力で照査した。このズレ量は、0.15m～1.3m以内で安全側の検討結果となるためである。

2. 1 外ケーブル工法を用いた実橋試験施工

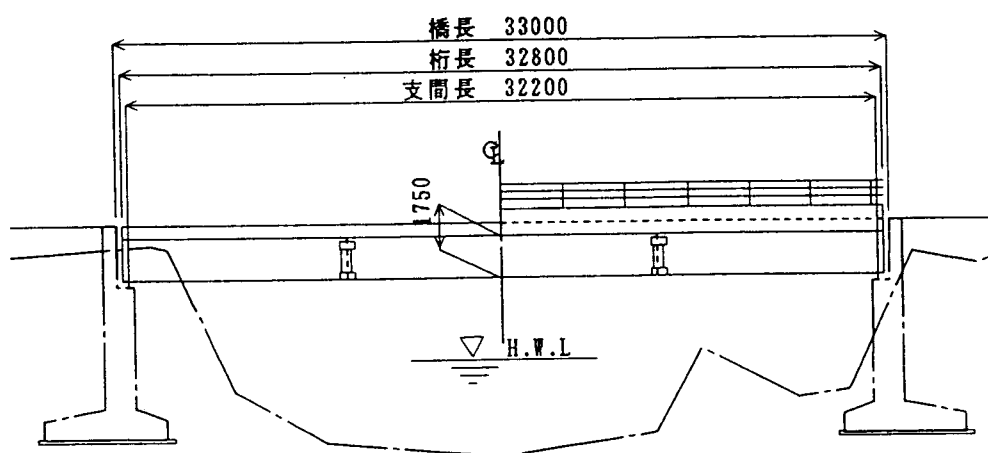
2. 1. 1 橋梁概要

試験施工は、建設省東北地方建設局山形工事事務所管内国道113号桜川橋において実施した。桜川橋の橋梁諸元を表-2.1.1、一般図を図-2.1.1に示す。

表-2.1.1 橋梁諸元

橋梁形式	鋼単純合成げた橋
支間長	32.20 m
全幅員	11.80 m
適用示方書	昭和47年 道路橋示方書
竣工年	昭和49年

側面図



平面図

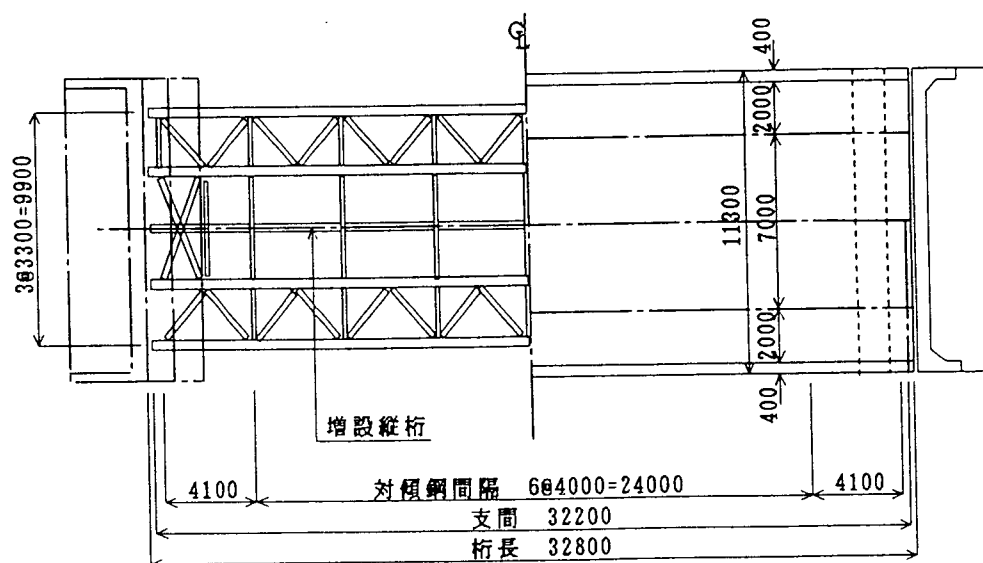


図-2.1.1 桜川橋 一般図

2. 1. 2 損傷状況

本橋は、豪雪地帯という厳しい気象環境にあり、また、大型車混入量の多い路線に位置している。さらに、横断勾配の影響により雨水が滞水し易い状況にあるため、床版の劣化損傷が顕著であった。床版全体の約70%にわたって遊離石灰が発生しており、遊離石灰の発生している部分には、格子状あるいは亀甲状のひびわれ（ひびわれ幅、0.2mm以上）が発生しているのが認められた。また、新潟より（右岸側、A1橋台側）の対傾向2パネル分の床版のひびわれには、錆汁および一部漏水も認められた。抜け落ちた床版の補修跡（直径、110cm）部分からは漏水し、周辺部（約220cm）の床版は、コンクリートの剥離が認められるため、早急な対策が必要と思われた。

以上の結果から次の表-2.1.2損傷判定基準により、各床版の判定を行った。（東北地建山形工事事務所調査結果より引用）

表-2.1.2 損傷判定基準

損傷度 ランク	損傷状況
I	・ ひびわれ間隔0.5～1.0m、ひびわれ密度3m/㎡程度、ひびわれ幅0.1～0.2mm ・ 二方向ひびわれの発生が見られるが格子状までは発生していない。
II	・ ひびわれ間隔0.3m程度、ひびわれ密度3m/㎡程度、角落ち、すりへりが見られ、二方向ひびわれが格子状で、漏水、遊離石灰が顕著である。
III	・ ひびわれ間隔0.2m以下、ひびわれ密度8m/㎡程度、0.2mm以上のひびわれが目立ち、角落ち、すりへりが顕著で泥水混じりの遊離石灰が見られ部分的に抜け落ち、剥離をおこしている。 ・ 塗装面までひびわれが発生している。

上記では、遊離石灰の床版に対する発生率（面積比）が表示されていないので、床版1パネルに対し遊離石灰の発生が20%以上ある場合は、床版の損傷度ランクはⅢとした。なお、床版判定結果を図-2.1.2に示す。

至 新潟

至 山形

G 1	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
G 2	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
G 3	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ
G 4	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ

図-2.1.2 各床版パネルの損傷度判定

以上の結果から、Ⅱの損傷度のランクは、33.3%、Ⅲの損傷度のランクは66.7%の割合となっているが、Ⅱのランクの床版パネルもⅢに移行するのも時間の問題と思われた。

2. 1. 3 施工概要

本工法は、RC床版の打換えにも十分対応することができるが、今回の試験施工では、より耐久性の高いPC床版を採用した。床版の架設は、施工時の主げたのたわみや応力、外ケーブルの緊張力の変化等を確認し、施工性についての比較検討を行うため、前半の片側車線の施工を一次施工、後半の片側車線を二次施工と呼び、異なる架設方法を採用した。一次施工側は部分的に旧床版を撤去し逐次新床版に置き替える方法、二次施工側は一度に旧床版を撤去し新床版を置き替える方法とした。外ケーブルに導入する緊張量は、事前の解析結果から、全ケーブル一律50tfとした。外ケーブルの緊張量は施工の各段階毎に確認し、その都度50tfの緊張量を維持するよう微調整を行った。

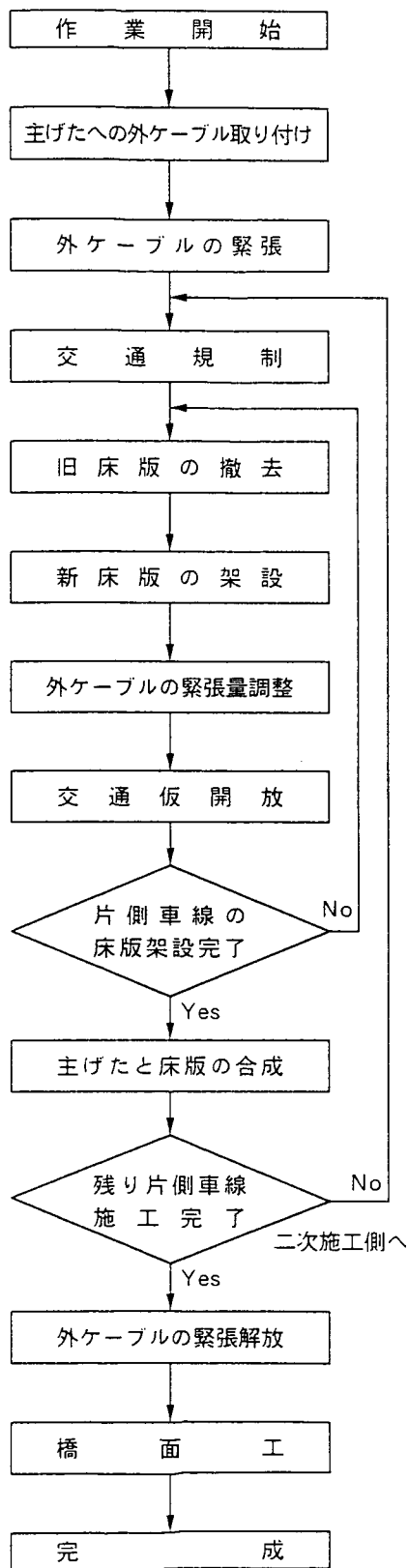
また、図-2.1.3に施工フローチャート、図-2.1.4に施工手順図、表-2.1.3～表-2.1.4に工事工程表を示す。

3. 1. 4 測定概要

表-2.1.5に示すように、施工段階に応じた挙動の測定を行った。測定点は、主げた、横げた、二次部材、新旧床版の応力測定および支間中央部の主げた鉛直変位で実施した。載荷車試験では表-2.1.6に示すダンプトラックを用い、図-2.1.5に示すように無載荷、一次施工側1台（G3G4側）、二次施工側1台（G1G2側）、一次施工側2台直列（G3G4側）、二次施工側2台直列（G1G2側）および両車線並列の6種類のパターンで行った。また、応力頻度測定では、主げた支間中央部において、鉛直変位と下フランジ応力を測定した。

表-2.1.6 載荷車概要

車種	ダンプトラック		
総重量(tf)	20		
軸重(tf)	前輪 5.2	後輪 7.4	後輪 7.4
軸距(m)	1-2軸間 3.21	2-3軸間 1.32	
輪中心間距離(m)	1.90		

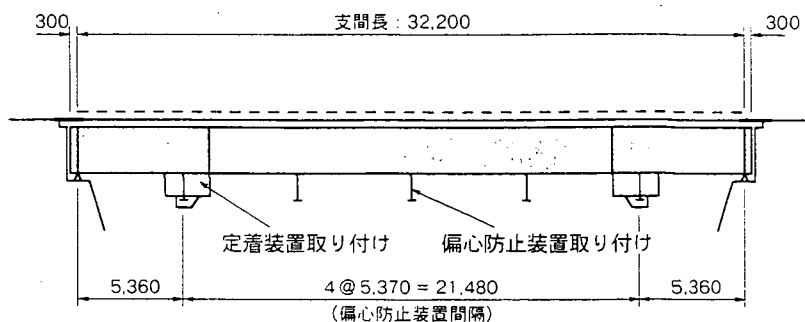


注) 前半の片側車線の施工を一次施工、
残りの片側車線の施工を二次施工
と呼んでいます。

図-2.1.3 施工フローチャート

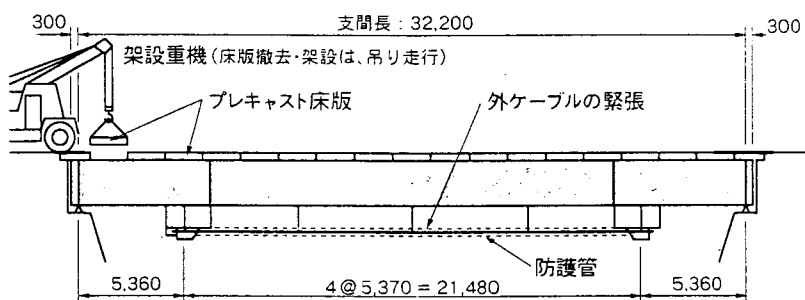
1 (床版撤去前作業)

1. 外ケーブル・偏心防止装置取り付け



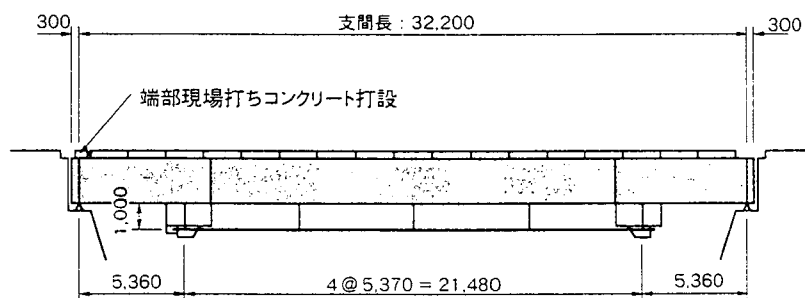
2

2. 外ケーブルの緊張/3. 旧床版撤去・新床版架設 4. 外ケーブルの緊張力調整



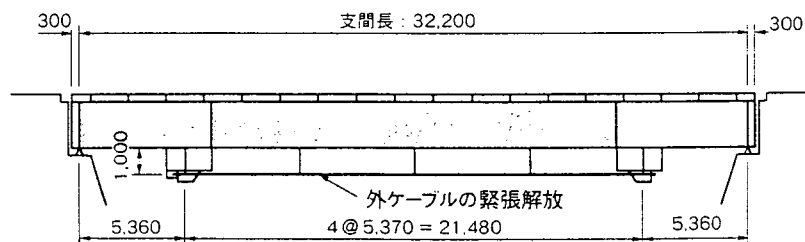
3

5. スタッロジベル溶植/6. けた・床版合成



4

7. 1次・2次側施工床版の連結/8. 外ケーブルの緊張解放・取り外し



5

9. 橋面工

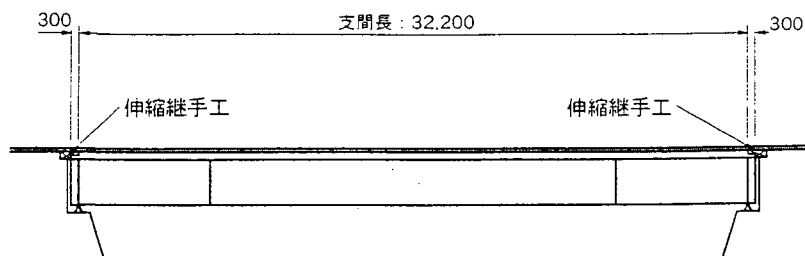


図-2.1.4 施工手順図

表-2.1.3 工事工程表 (1)

工事件名：桜川橋床版取り替え工事

1/2

日 数 項 目		1						2						
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
縦桁増設工														端対傾構補強を含む
歩道部、車道部舗装撤去														一次、二次施工側両方
既設床版撤去工	床版切断													
	床版撤去													
新設床版架設工	床版架設													片側車線全撤去
	床版目地部充填													片側車線全架設
	床版緊張工													
	桁床版合成													超早硬コンクリート打設
合成工	端部床版配筋・打設													"
	養生工													
外ケーブル工	緊張工													
	緊張量調整													
	軸力解放													
橋面工	防水工													シート防水
	舗装工 (基層)													
	舗装工 (表層)													
測定工	歪・変位測定 (1)													載荷車使用
	歪・変位測定 (2)													載荷車未使用
	応力頻度													

表-2.1.4 工事工程表 (2)

工事件名：桜川橋床版取り替え工事

2/2

日 数 項 目		3						4						
		65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
縦桁増設工														
歩道部、車道部舗装撤去														
既設床版撤去工	床版切断													
	床版撤去													
新設床版架設工	床版架設													
	床版目地部充填													
	床版緊張工													
合成工	桁床版合成													
	端部床版配筋・打設													
	養生工													
外ケーブル工	緊張工													
	緊張量調整													
	軸力解放													
橋面工	防水工	—												シート防水
	舗装工 (基層)	—												
	舗装工 (表層)	—												
	歩道工・伸縮継手等													歩道部早強コンクリート
塗装工														
足場解体・後かたづけ														
測定工	歪・変位測定 (1)													載荷車使用
	歪・変位測定 (2)													載荷車未使用
	応力頻度													

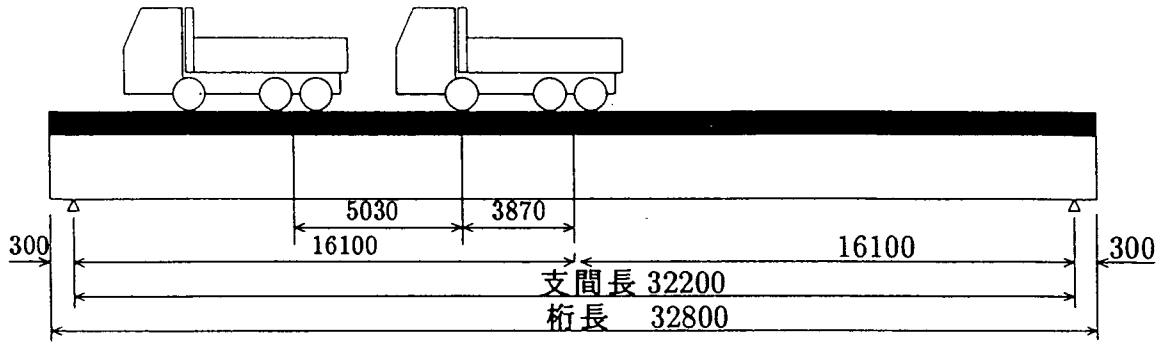
表-2.1.5 施工段階に応じた挙動の測定

記号	施工段階	測定		
		ひずみ、鉛直変位	載荷車試験	応力頻度
A	取り替え前	○	○	○
B	10tf外ケーブル緊張	○		
C	20tf外ケーブル緊張	○		
D	30tf外ケーブル緊張	○		
E	40tf外ケーブル緊張	○		
F	50tf外ケーブル緊張	○	○	○
G	一次施工側1-2枚目撤去完了	○		
H	一次施工側1-2枚目設置完了	○		
I	一次施工側3-4枚目撤去完了	○		
J	一次施工側3-4枚目設置完了	○		
K	一次施工側5-7枚目撤去完了	○		
L	一次施工側5-7枚目設置完了	○		
M	一次施工側8-11枚目撤去完了	○		
N	一次施工側8-11枚目設置完了	○		
O	一次施工側12-15枚目撤去完了	○		
P	一次施工側12-15枚目設置完了	○		
Q	一次施工側合成後	○	○	○
R	二次施工側5枚既設床版撤去	○		
S	二次施工側10枚既設床版撤去	○		
T	二次施工側既設床版撤去完了	○		
U	二次施工側5枚架設	○		
V	二次施工側10枚架設後	○	○	
W	二次施工側合成後	○	○	○
X	施工後（外ケーブル撤去後）	○	○	○

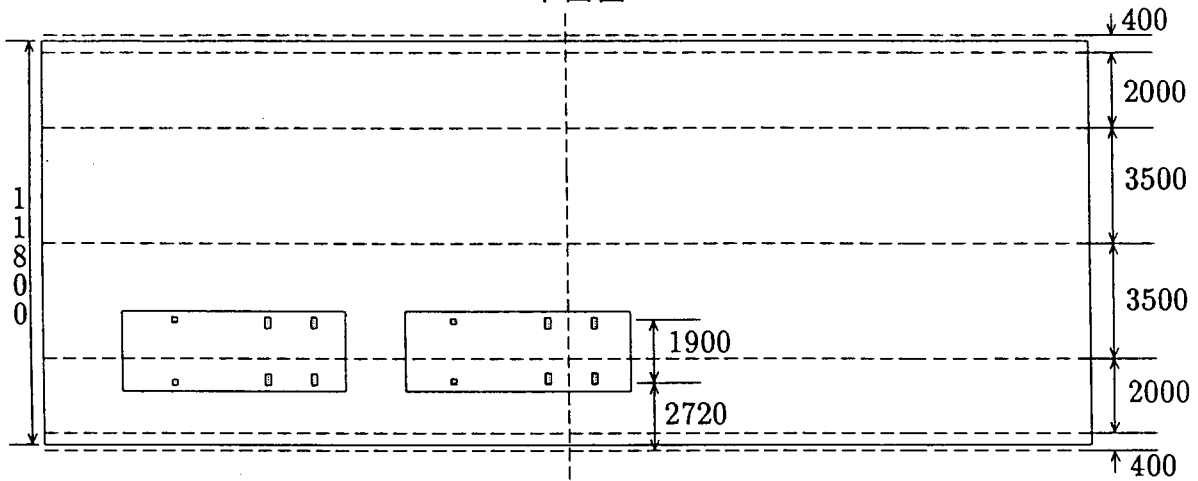
（注1）○は測定実施を示す。

（注2）合成後とは、プレキャスト床版に橋軸方向のプレストレス導入し、床版とけたとの合成を行った後を示す。

側面図



平面図



載荷車の位置（一次施工側2台の場合）

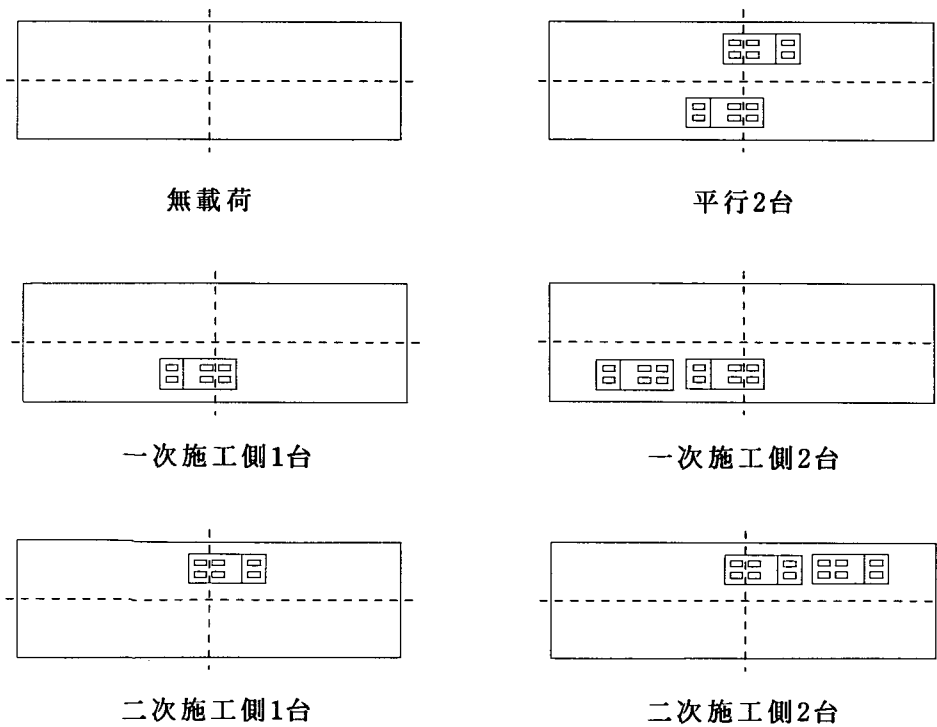


図-2.15 載荷車試験パターン

3. 1. 5 測定結果

図-2.1.6～図-2.1.10に各施工段階における支間中央部の主げた鉛直変位、主げた上下フランジ応力、横げた上下縁応力の変化を示す。

また、図-2.1.11～図-2.1.24に、荷重車試験における支間中央部の主げた鉛直変位の変化結果および表-2.1.7に応力頻度結果一覧を示す。

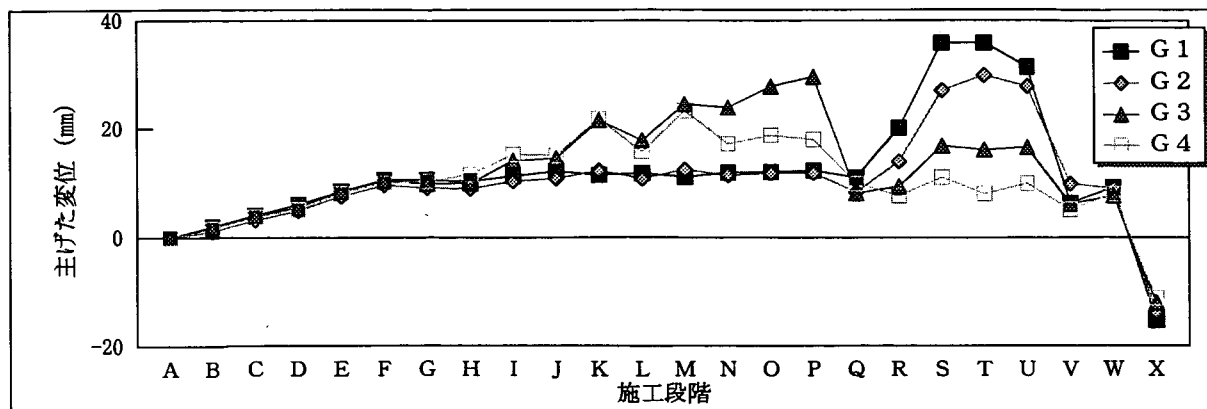


図-2.1.6 各施工段階における主げた変位の変化図

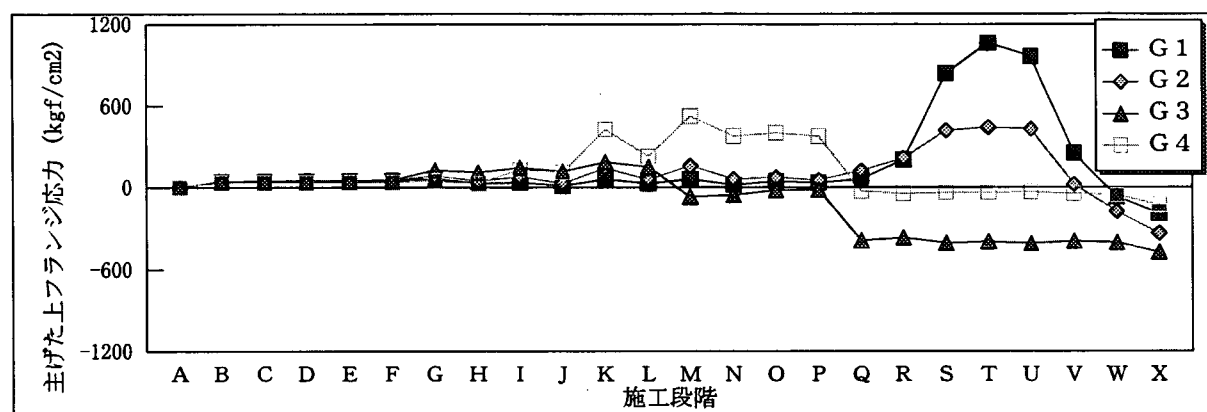


図-2.1.7 各施工段階における主げた上フランジ応力の変化図

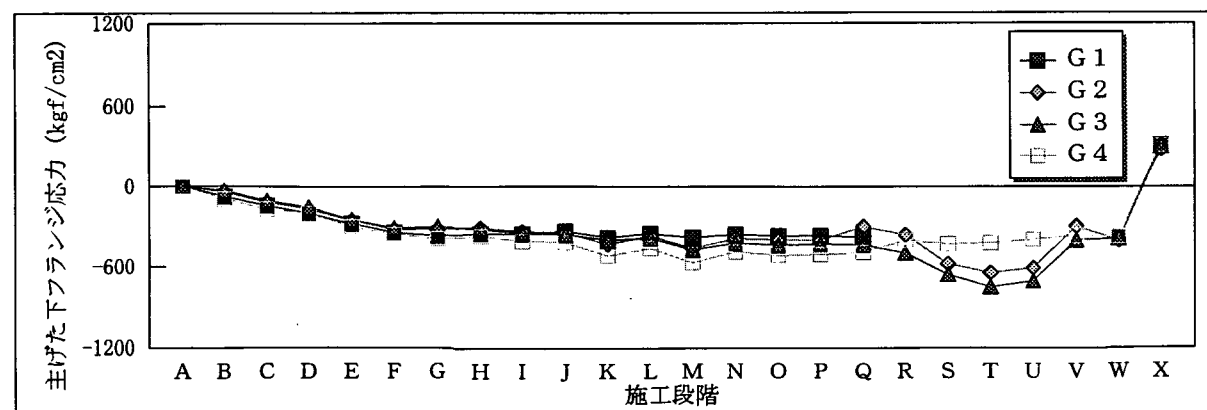


図-2.1.8 各施工段階における主げた下フランジ応力の変化図

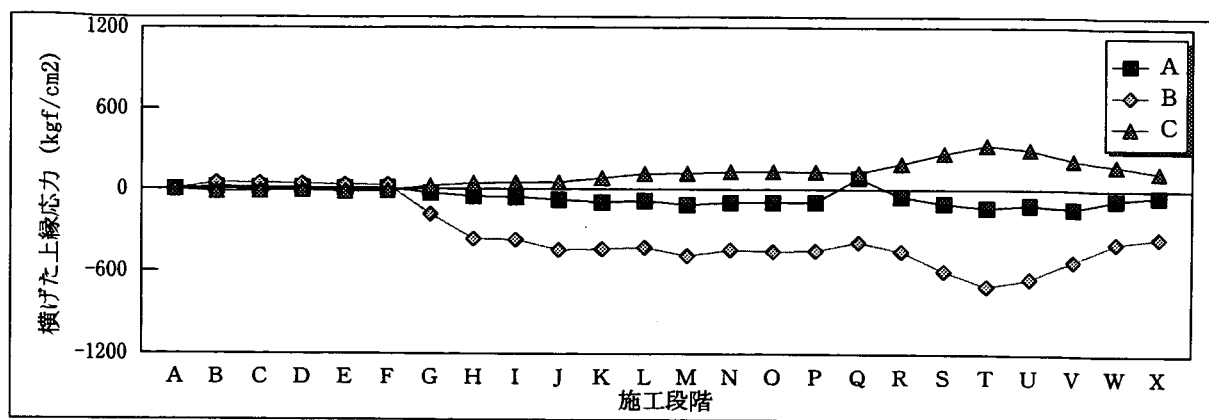


図-2.1.9 各施工段階における横げた上縁応力の変化図

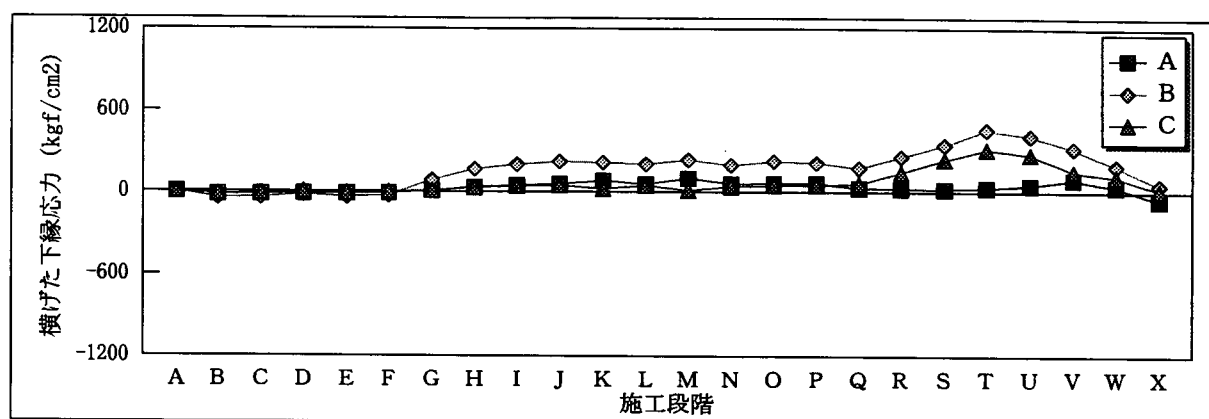
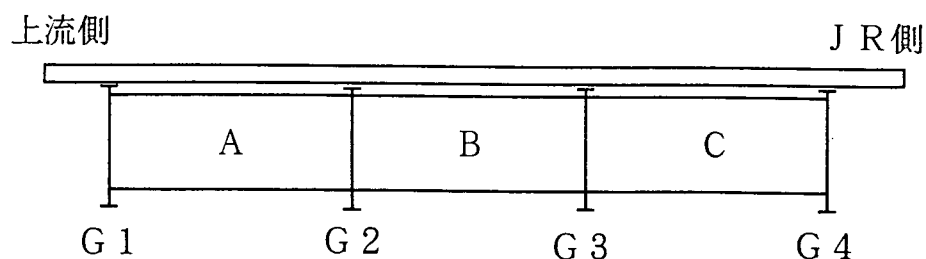


図-2.1.10 各施工段階における横げた下縁応力の変化図



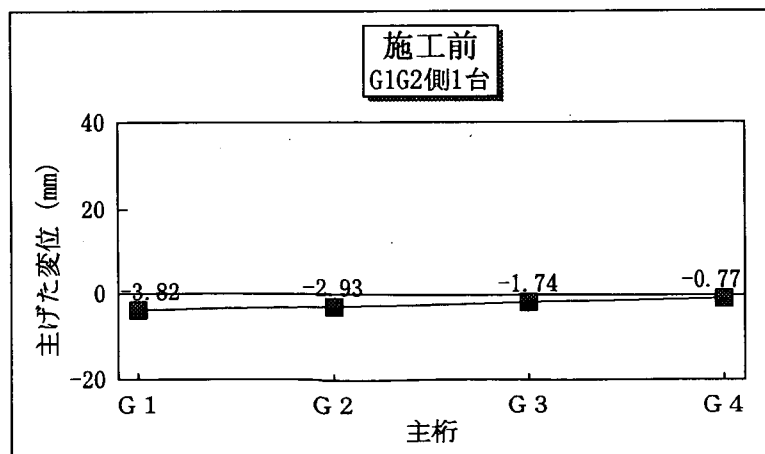
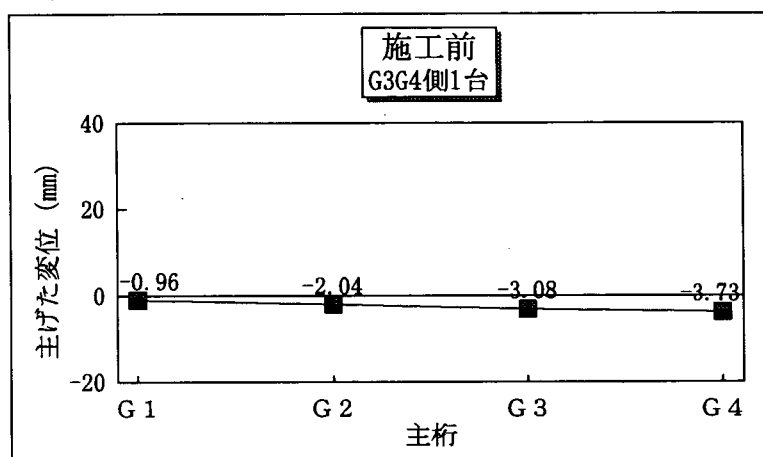
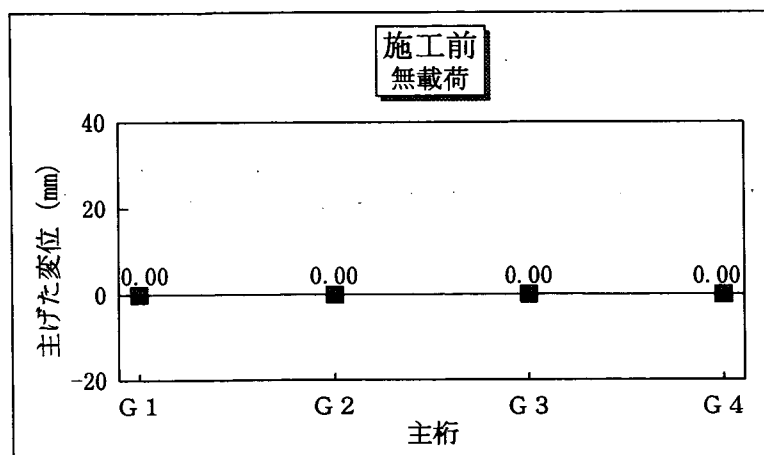


図-2.1.11 載荷車試験結果 (1)

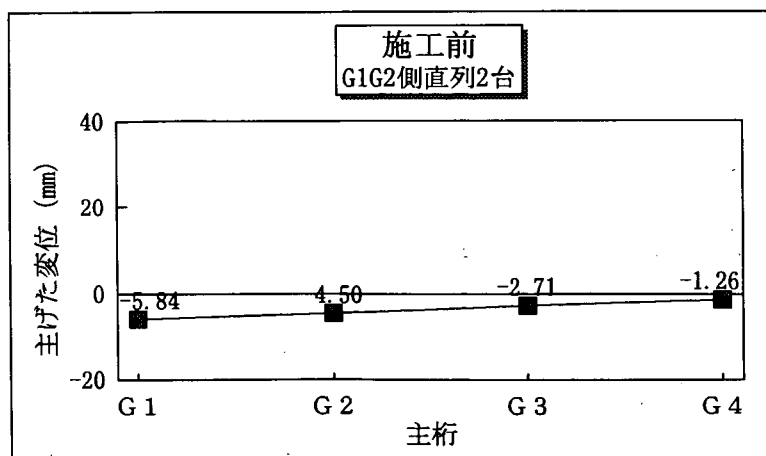
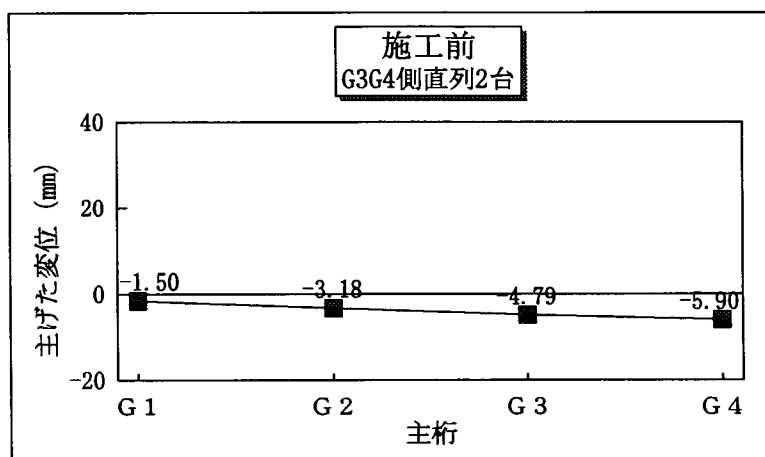
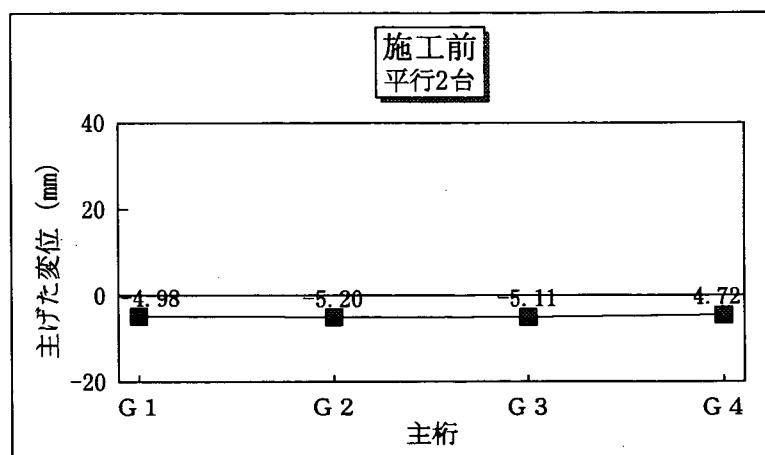


図-2.1.12 載荷車試験結果 (2)

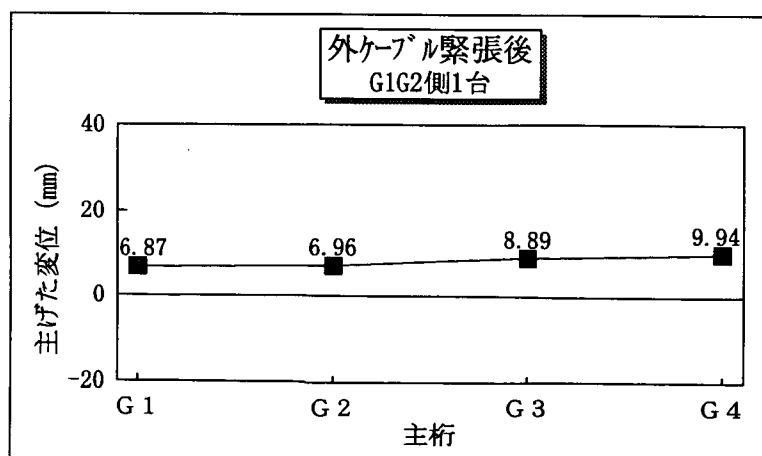
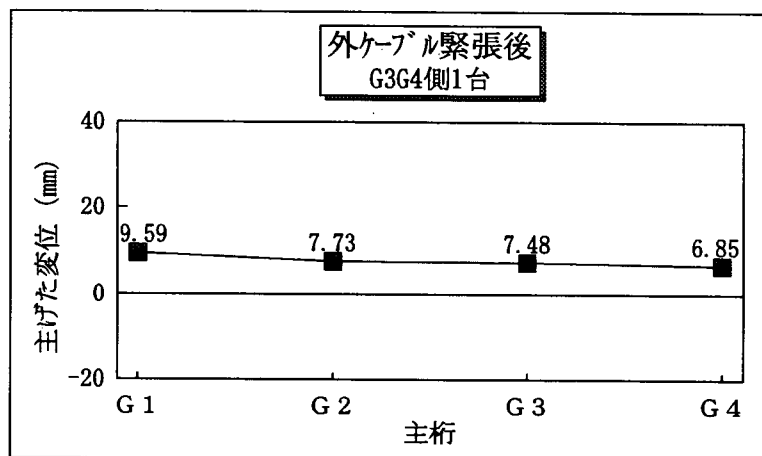
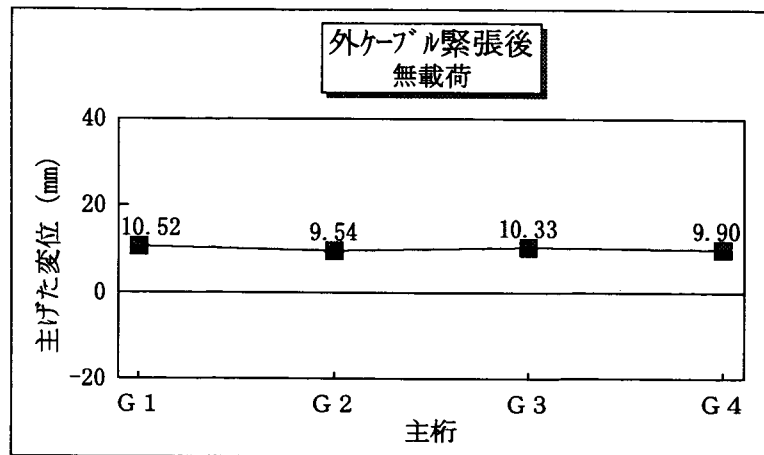


図-2.1.13 載荷車試験結果 (3)

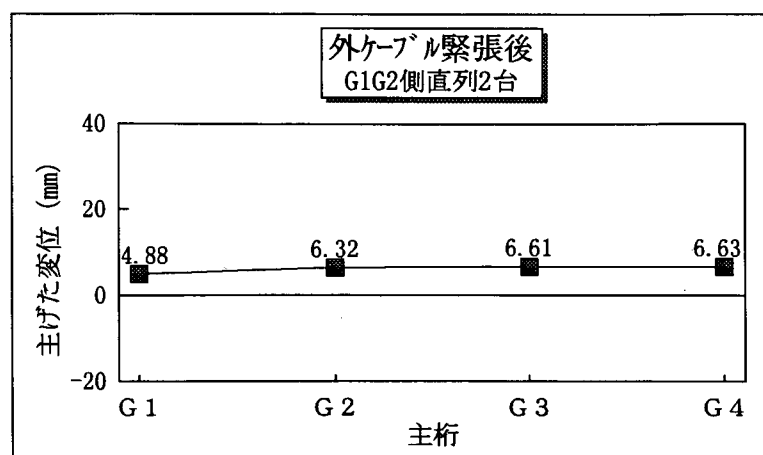
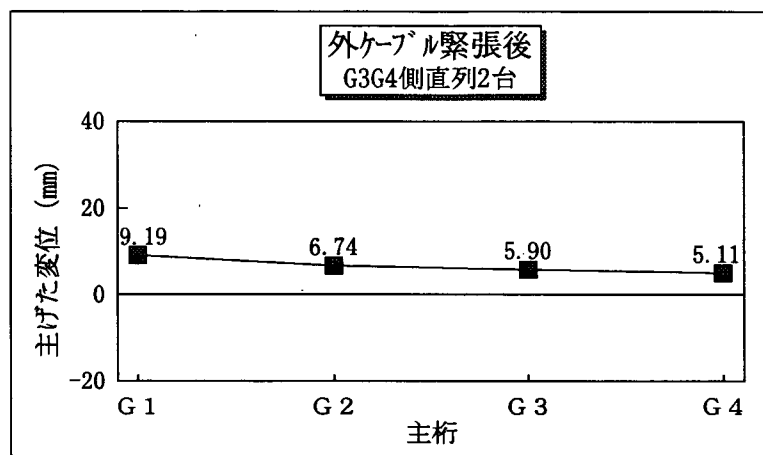
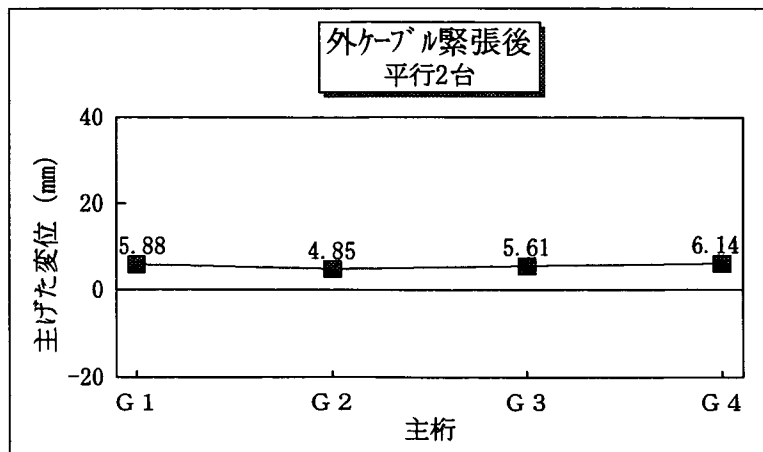


図-2.1.14 載荷車試験結果 (4)

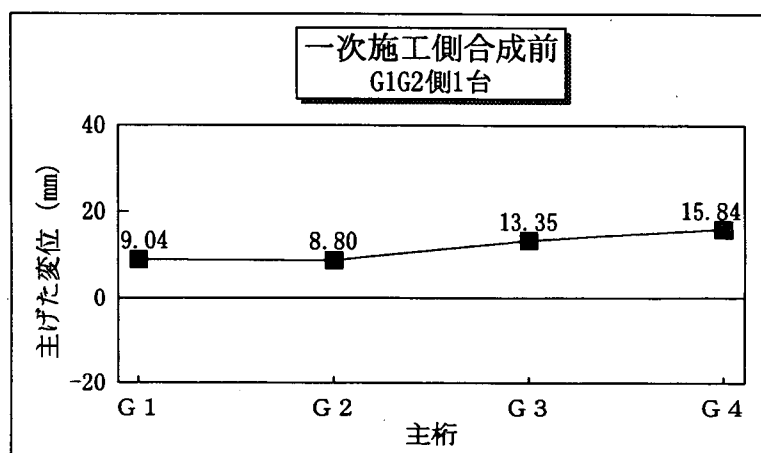
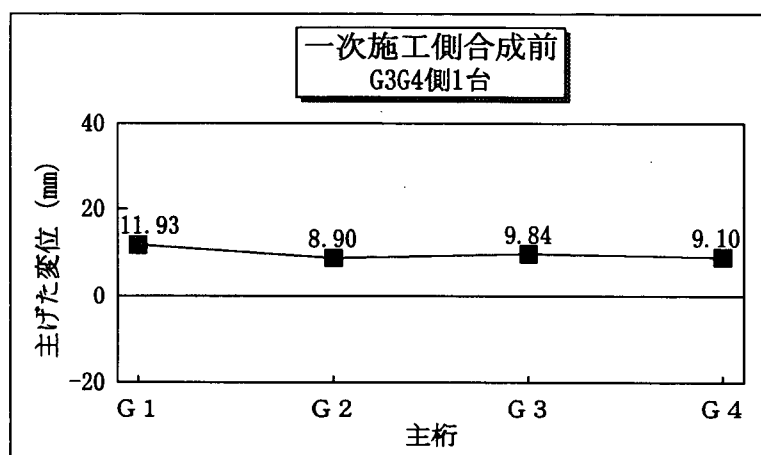
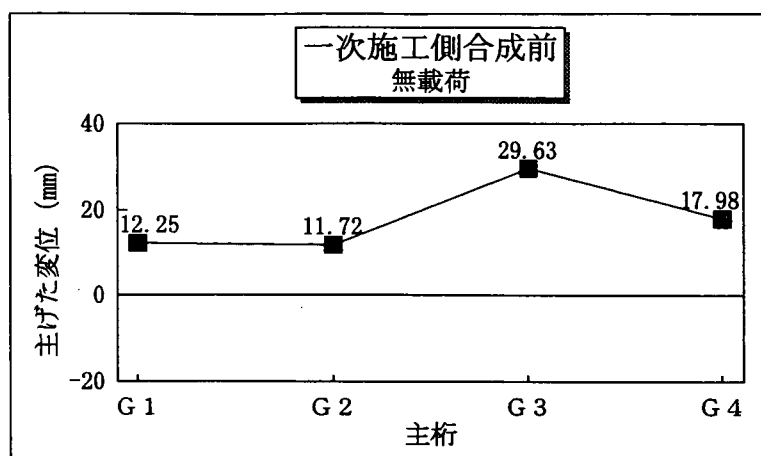


図-2.1.15 載荷車試験結果 (5)

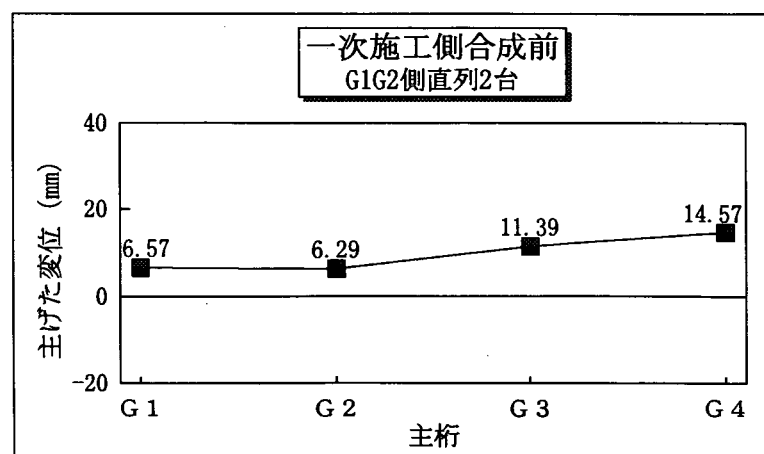
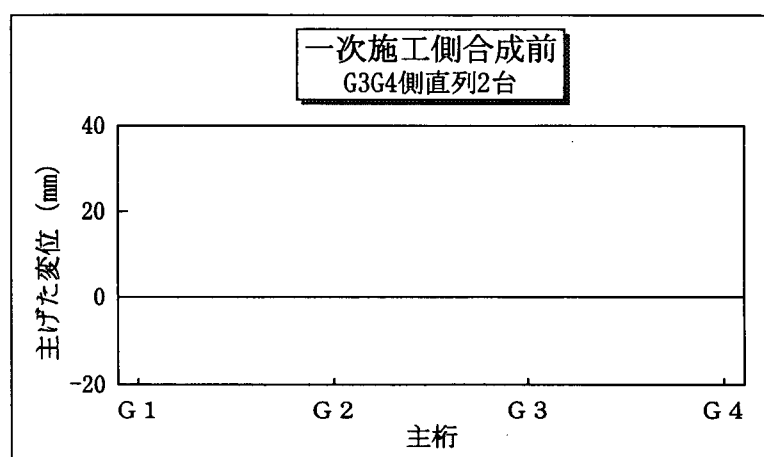
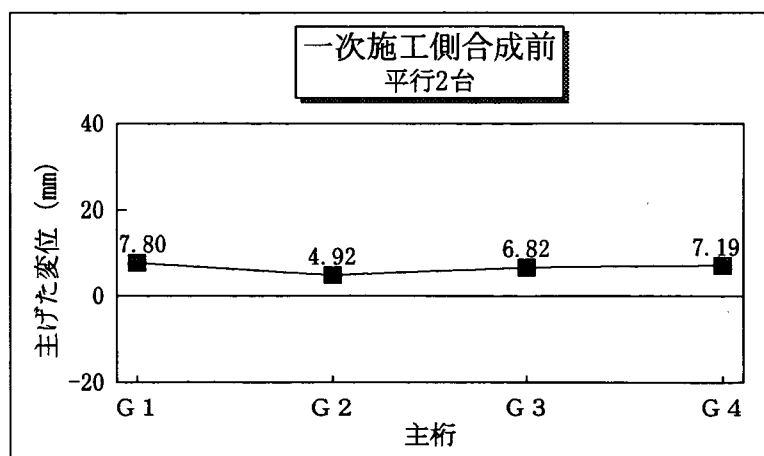


図-2.1.16 載荷車試験結果 (6)

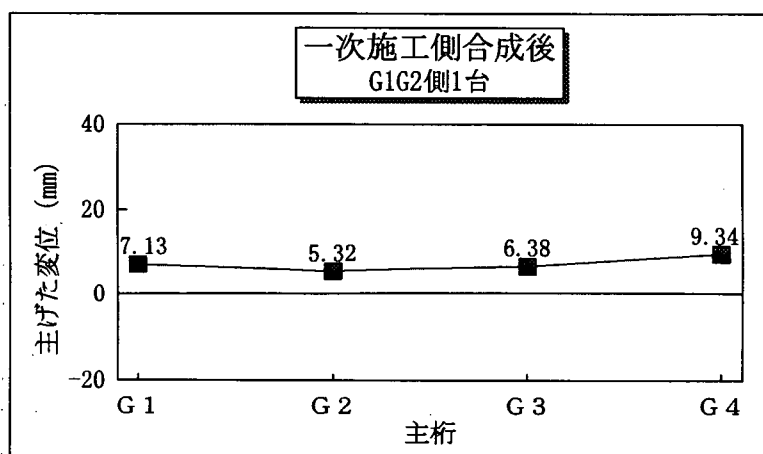
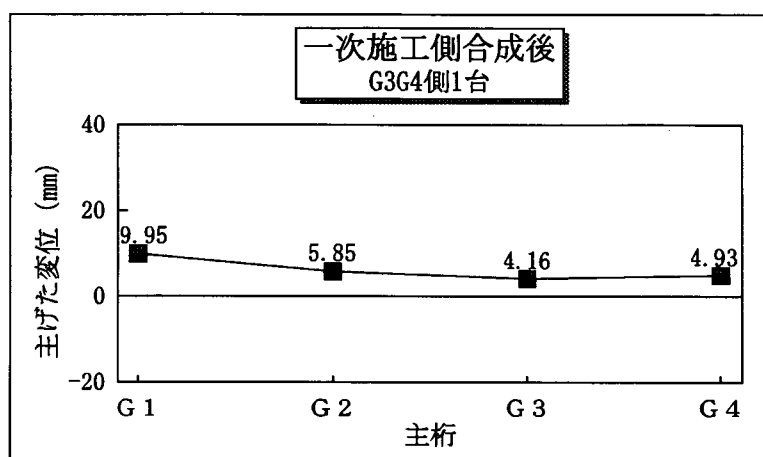
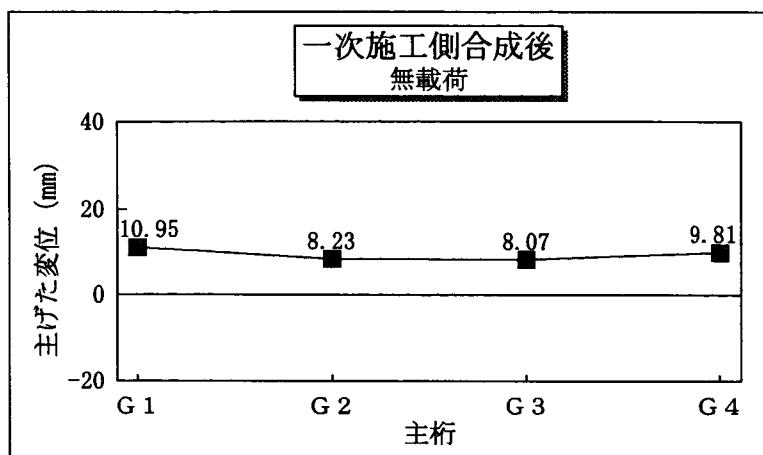


図-2.1.17 載荷車試験結果 (7)

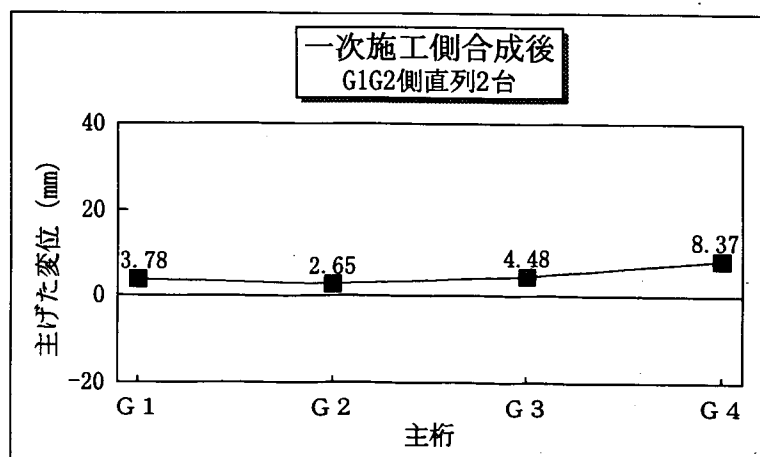
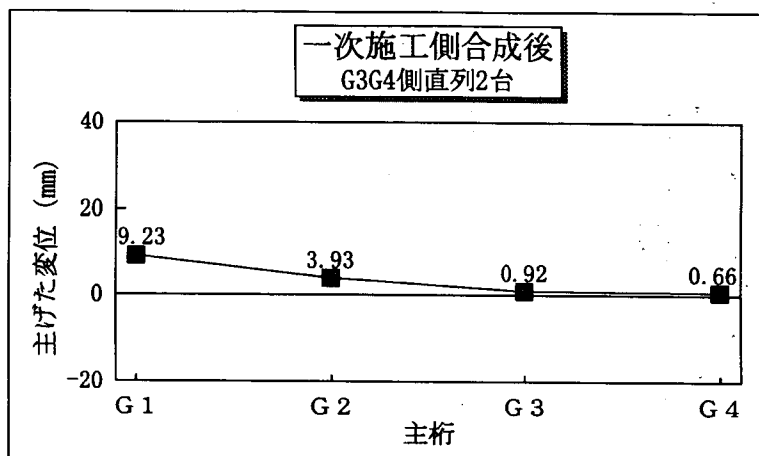
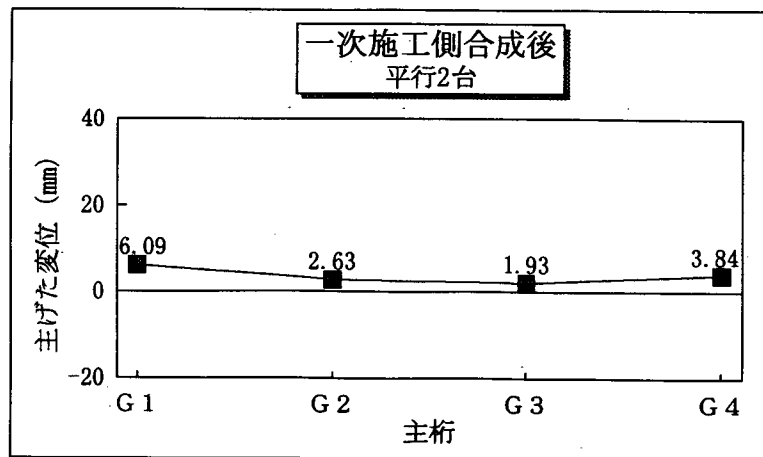


図-2.1.18 載荷車試験結果 (8)

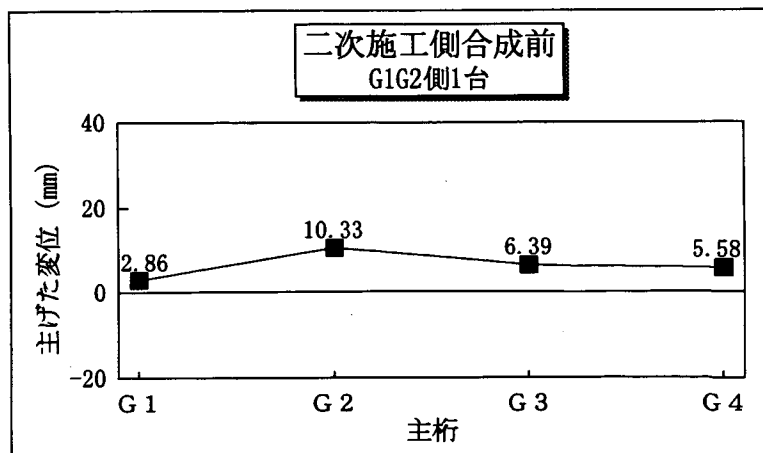
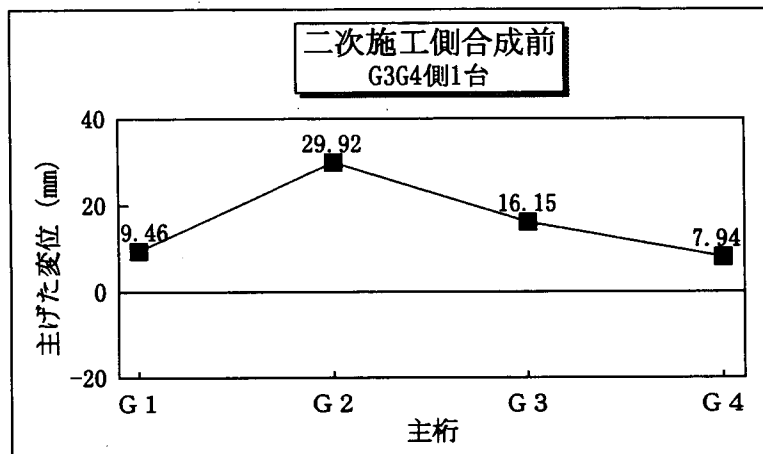
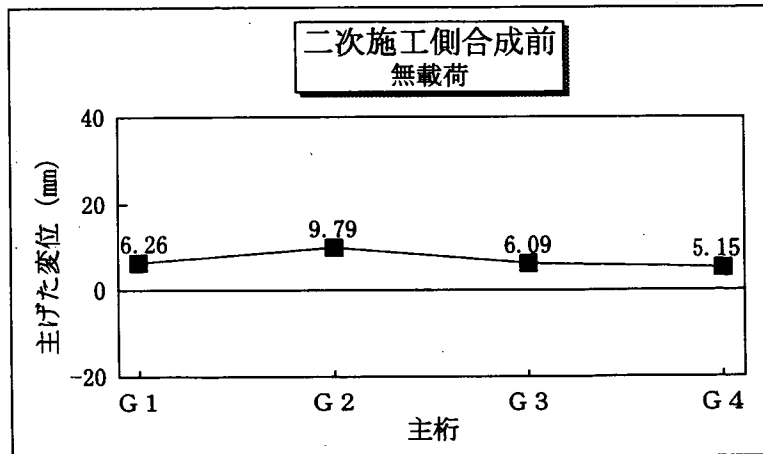


図-2.1.19 載荷車試験結果 (9)

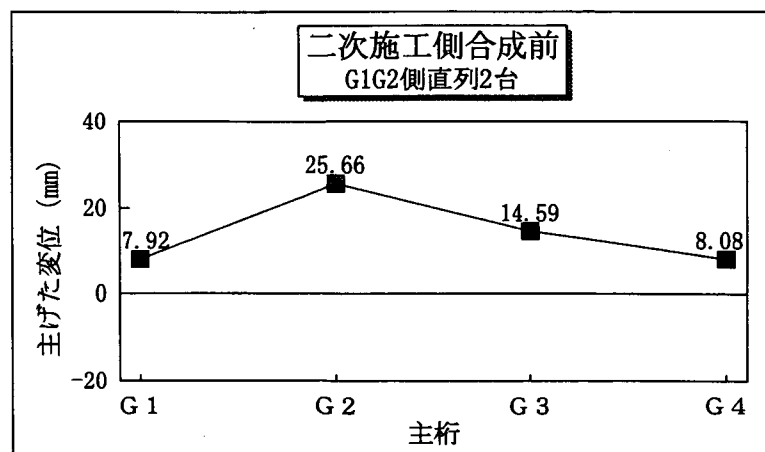
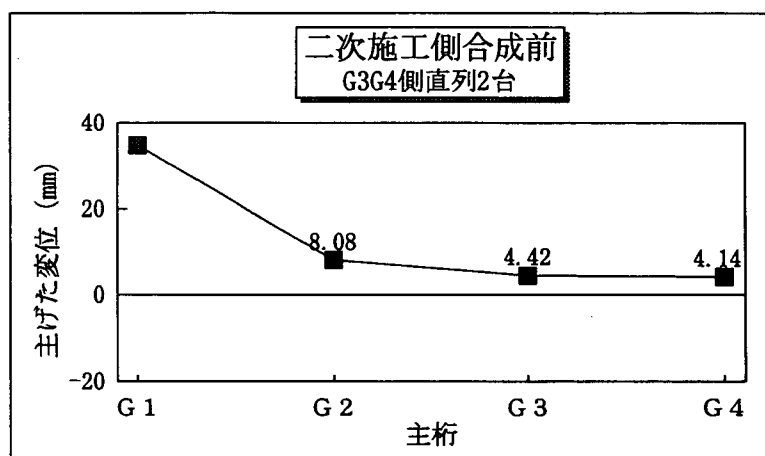
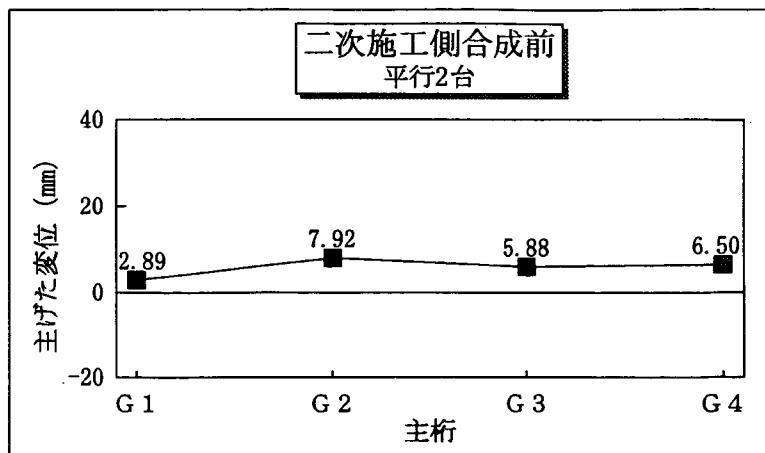


図-2.1.20 載荷車試験結果 (10)

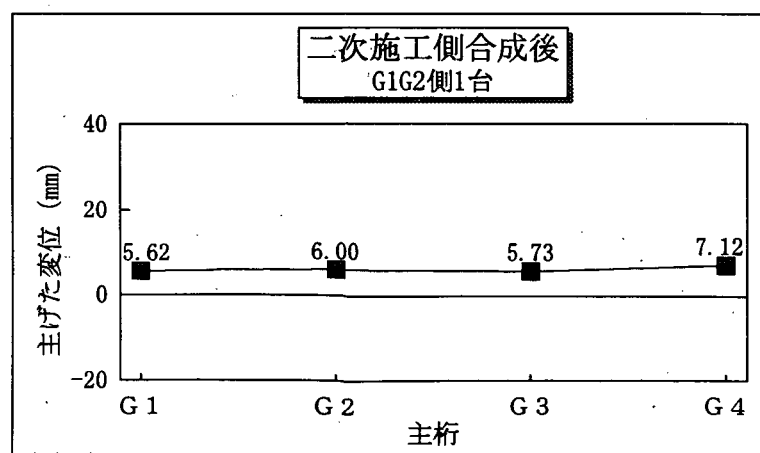
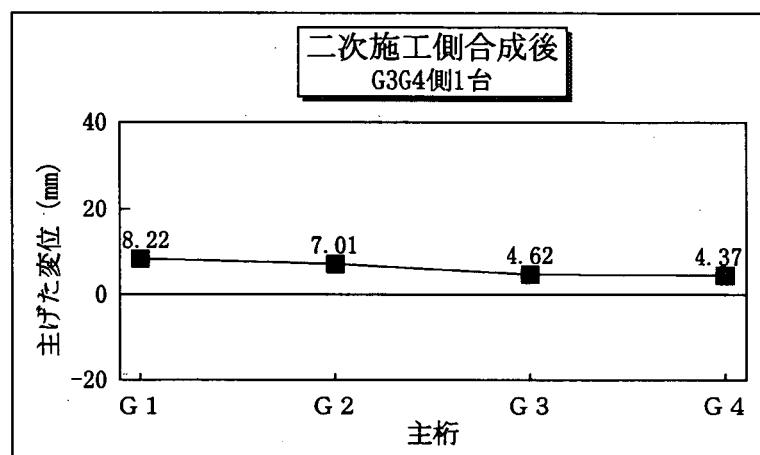
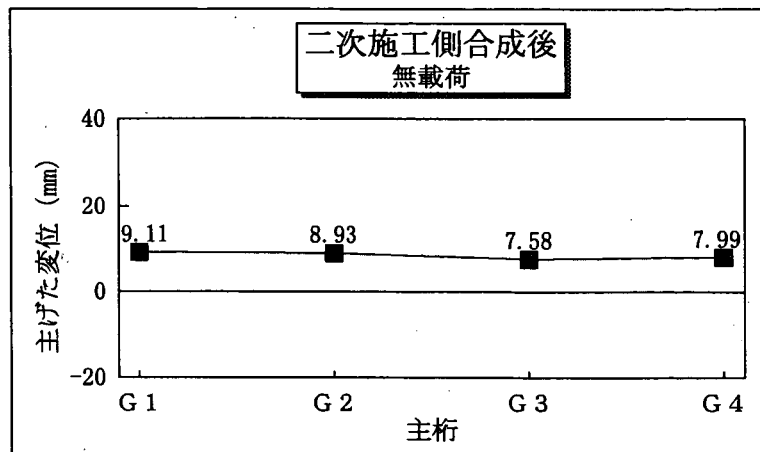


図-2.1.21 載荷車試験結果 (11)

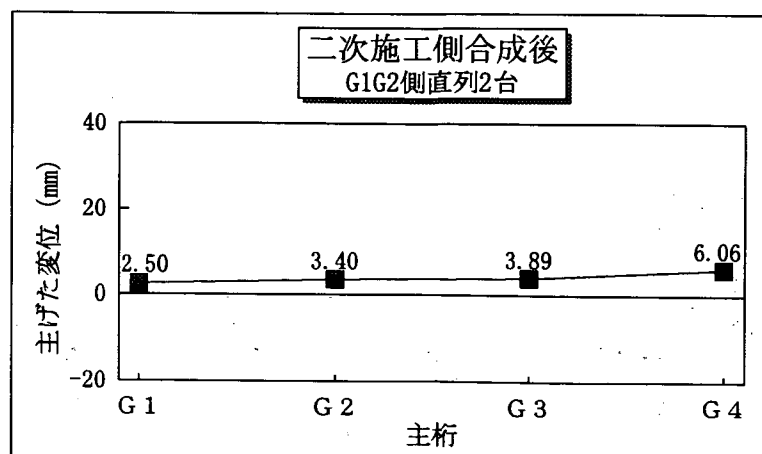
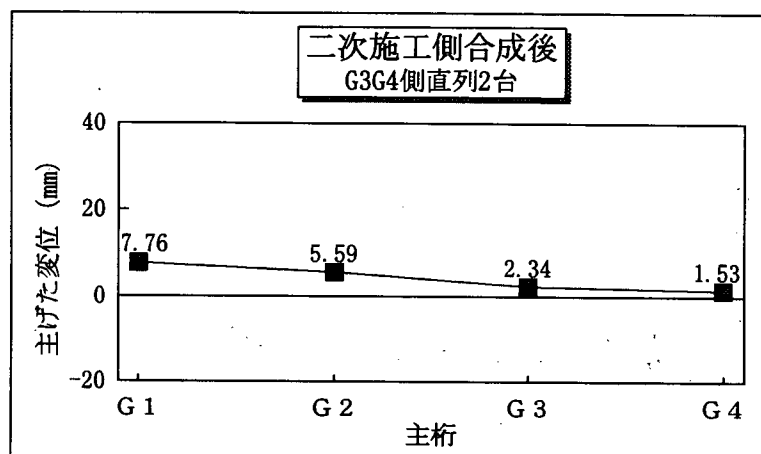
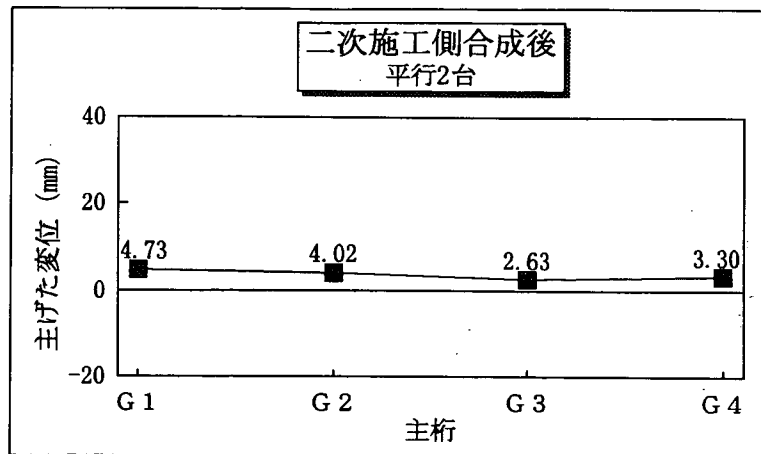


図-2.1.22 載荷車試験結果 (12)

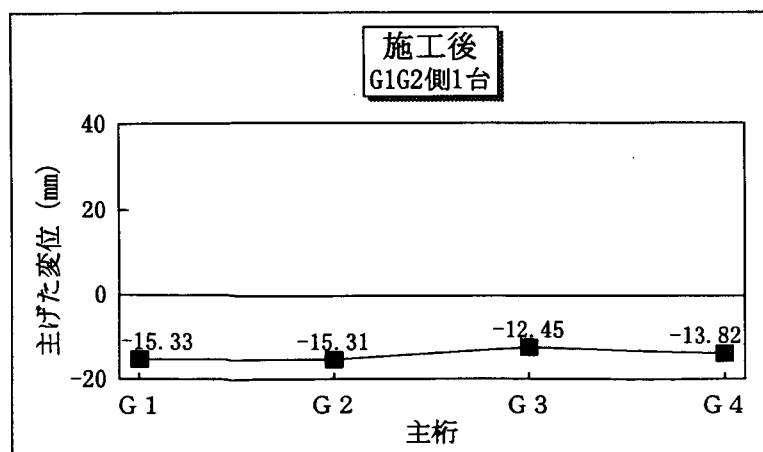
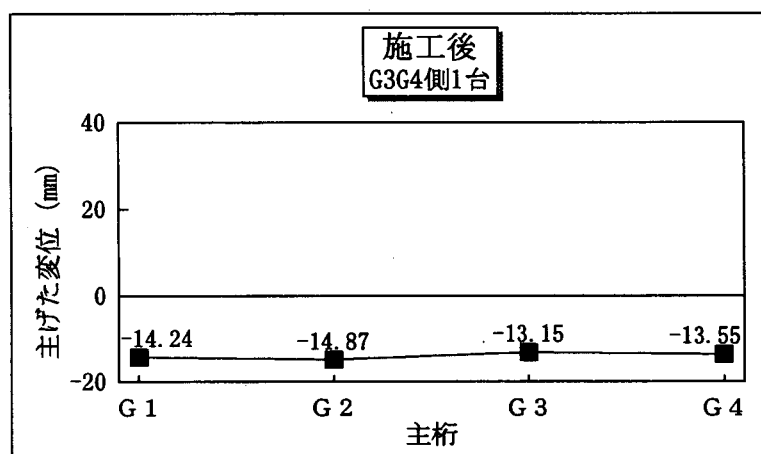
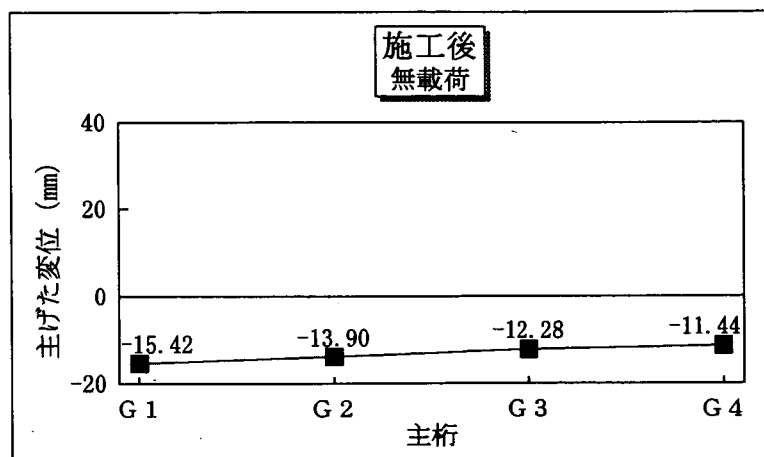


図-2.1.23 載荷車試験結果 (13)

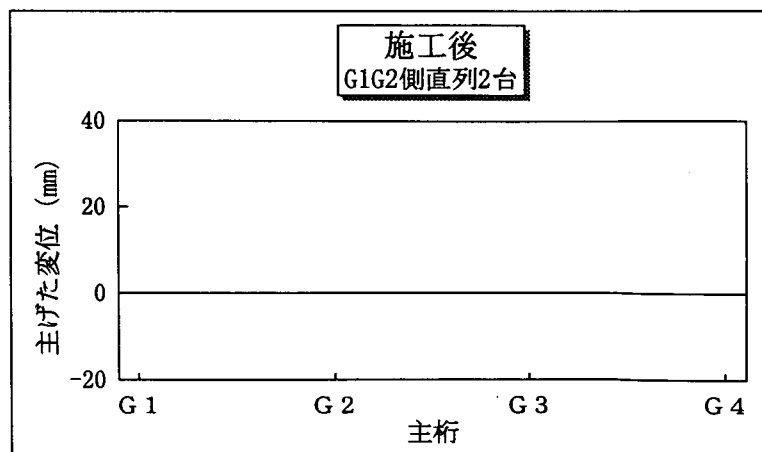
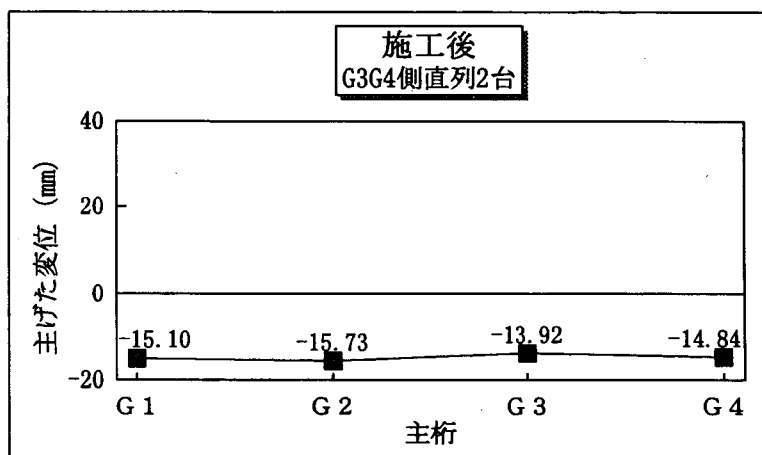
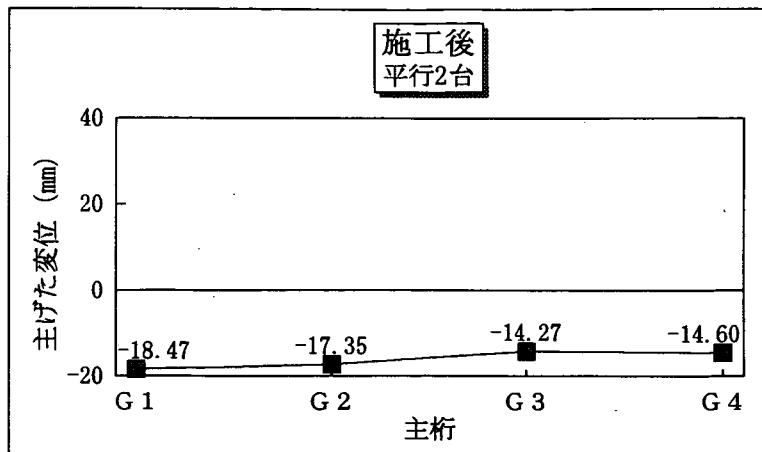


図-2. 1. 24 載荷車試験結果 (14)

表-2.1.7 応力頻度測定結果一覧表(最大・最小値)

			max	min				max	min
施工前24h 9月19日 14時 ～ 9月20日 14時	主げた中央変位 (mm)	G1	8	-7	一次施工 完了後24h [Q]	主げた中央変位 (mm)	G1	6	-14
		G2	6	-10			G2	5	-10
		G3	7	-11			G3	5	-7
		G4	7	-13			G4	5	-5
	下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	380	-80		下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	420	-80
		G2	260	-120			G2	320	-80
		G3	260	-120			G3	200	-100
		G4	360	-160			G4	120	-80
			max	min				max	min
施工前24h 9月20日 14時 ～ 9月21日 14時	主げた中央変位 (mm)	G1	10	-8	二次施工 完了後24h [W]	主げた中央変位 (mm)	G1	-3	-6
		G2	8	-9			G2	-2	-7
		G3	10	-9			G3	-1	-9
		G4	9	-10			G4	1	-10
	下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	440	-120		下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	-40	-80
		G2	320	-160			G2	180	60
		G3	260	-140			G3	240	20
		G4	360	-100			G4	300	-40
			max	min				max	min
施工前24h 9月21日 14時 ～ 9月22日 14時	主げた中央変位 (mm)	G1	10	-8	施工 完了後24h 12月25日 17時 ～ 12月26日 17時 [X]	主げた中央変位 (mm)	G1	1	-7
		G2	8	-9			G2	1	-7
		G3	9	-10			G3	1	-5
		G4	8	-13			G4	1	-8
	下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	380	-100		下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	30	-100
		G2	260	-120			G2	180	-20
		G3	320	-100			G3	200	-20
		G4	460	-160			G4	240	-20
			max	min				max	min
外ケーブル 緊張前24h 10月5日 15時 ～ 10月6日 15時 [A]	主げた中央変位 (mm)	G1	7	-12	施工 完了後24h 12月26日 17時 ～ 12月27日 17時 [X]	主げた中央変位 (mm)	G1	-2	-10
		G2	7	-9			G2	-2	-9
		G3	7	-6			G3	-2	-6
		G4	7	-4			G4	-3	-10
	下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	360	-120		下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	20	-140
		G2	260	-120			G2	260	20
		G3	180	-120			G3	220	20
		G4	140	-100			G4	260	20
			max	min				max	min
外ケーブル 緊張後24h 10月6日 15時 ～ 10月7日 15時 [F]	主げた中央変位 (mm)	G1	5	-12	施工 完了後24h 12月28日 17時 ～ 12月29日 17時 [X]	主げた中央変位 (mm)	G1	2	-7
		G2	5	-10			G2	1	-8
		G3	4	-7			G3	1	-6
		G4	4	-5			G4	-1	-11
	下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	300	-120		下フランジ応力 (kgf/cm ²)	G1	20	-90
		G2	240	-100			G2	180	20
		G3	160	-80			G3	220	20
		G4	100	-120			G4	280	-20

2.2 軸力導入工法を用いた実橋試験施工

2.2.1 橋梁概要

大館新橋は、ＪＲ東日本花輪線を跨ぐ一般国道７号線の跨線橋として昭和34年11月に竣工した単純活荷重合成版桁であり、過去約28年にわたり供用されてきた橋梁である。

しかし交通量の増大や車両の大型化により床版コンクリートの劣化が著しく、床版の打ち換えが必要と判定された。床版打換えを計画するに当たり、施工上の最大の問題点は、本橋付近に大型車の迂回可能な交通路が無く、昼間の交通量が非常に多いため、全面交通止めはもちろん、片側交互通行も大渋滞を生じさせることが予想された。従って、交通量の少ない時間帯に片側通行で床版を打換え、昼間は交通を全面開放できる工法が必要とされた。

また、本工事は合成桁床版の打換え工事であり、合成断面としての機能を損なわない床版構造を持ち、床版打換えに際して合成桁の機能を維持させる工法が必要とされた。

以上を検討の結果、プレキャスト合成床版を用いた軸力導入工法が採用され施工を完了している。ここで、本橋の橋梁諸元は、表-2.2.1の通りである。

橋 格	1等橋（ＴＬ-20）
橋梁形式	単純活荷重合成版桁
支 間 長	26.000m
幅 員	10.800m（有効7.000m）
斜 角	右 55°00'00"
床 版	プレキャスト合成床版 t=18cm（現橋と同じ）
適用示方書	昭和31年 鋼道路橋設計示方書

表-2.2.1 大館新橋の橋梁諸元

また、本橋の一般図を図-2.2.1に示す。

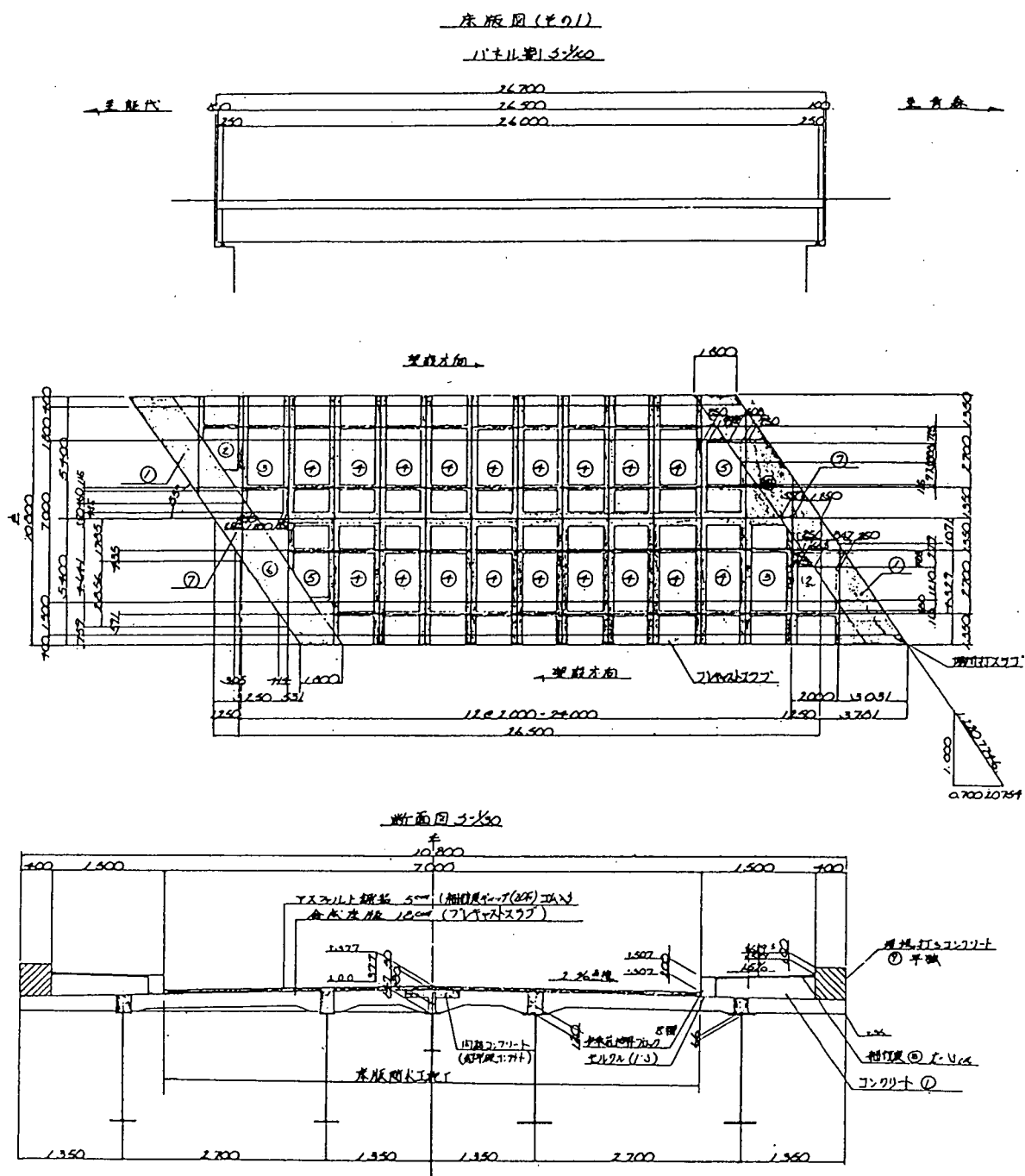


図-2.2.1 一般図

2.2.2 施工概要

床版打換えに先立ち本橋の施工が2期に分割されるため、主桁間中央に縦桁を増設し対傾構を横桁に取り替えた。これは、分割された新旧床版を支持させる目的と斜角が強いため多少の横方向剛性を高める為である。また、分割された主桁系は、2本の主桁と床版、下横構による疑似ボックス構造となるため安定はしているものの供用下での床組取り替えを考慮に入れて1本ずつの取り替えを行っている。

床版の打換え工程は、図-2.2.2に示すパネル割りに応じて1日に半幅員5.400m橋軸方向4.000m、プレキャスト床版2パネル分(21.6m²)を打換えた。但し、桁端部のパネルは、斜角の影響から外れる3パネル分を1日とし、斜め配筋・ジベル補強筋の配置される範囲のみ現場打ちとした。また、主桁ジベルは、現橋が剛性の大きな馬蹄型ジベルとなっており、耐荷力面とフランジへの熱影響を考慮して現橋ジベルを生かすものとした。

1日の施工手順は、図-2.2.3に示すように旧床版を撤去した後新設床版を敷設し、次の旧床版とプレキャスト床版の目地部に9基の軸力伝達装置を超速硬モルタルにて端面処理してセットすると同時に、鋼主桁上及びプレキャスト床版間の目地部に超速硬コンクリートを打設する。目地コンクリートの養生を待って軸力伝達装置に所定のプレロード(2.02ton)を導入して目地部を合成断面に復元させた後、その上に覆工版を差し渡し交通を開放する。このサイクルを繰り返して夜間のみの交通規制で床版打換えを完了させた。

超速硬コンクリートの強度管理は、現場にてテストピースを採取し、必要強度($\sigma_{3h}=240\text{kgf/cm}^2$ 以上)を確認した後トルクレンチにて新旧床版間の軸力伝達装置にプレロードを導入した。導入軸力の管理は、現場事務所内に配置した歪計にて必要軸力を確認している。

さらに、安全管理上から主桁間中央部の上下フランジに歪みゲージを取り付け、応力レベルの管理を24時間体制で行った。

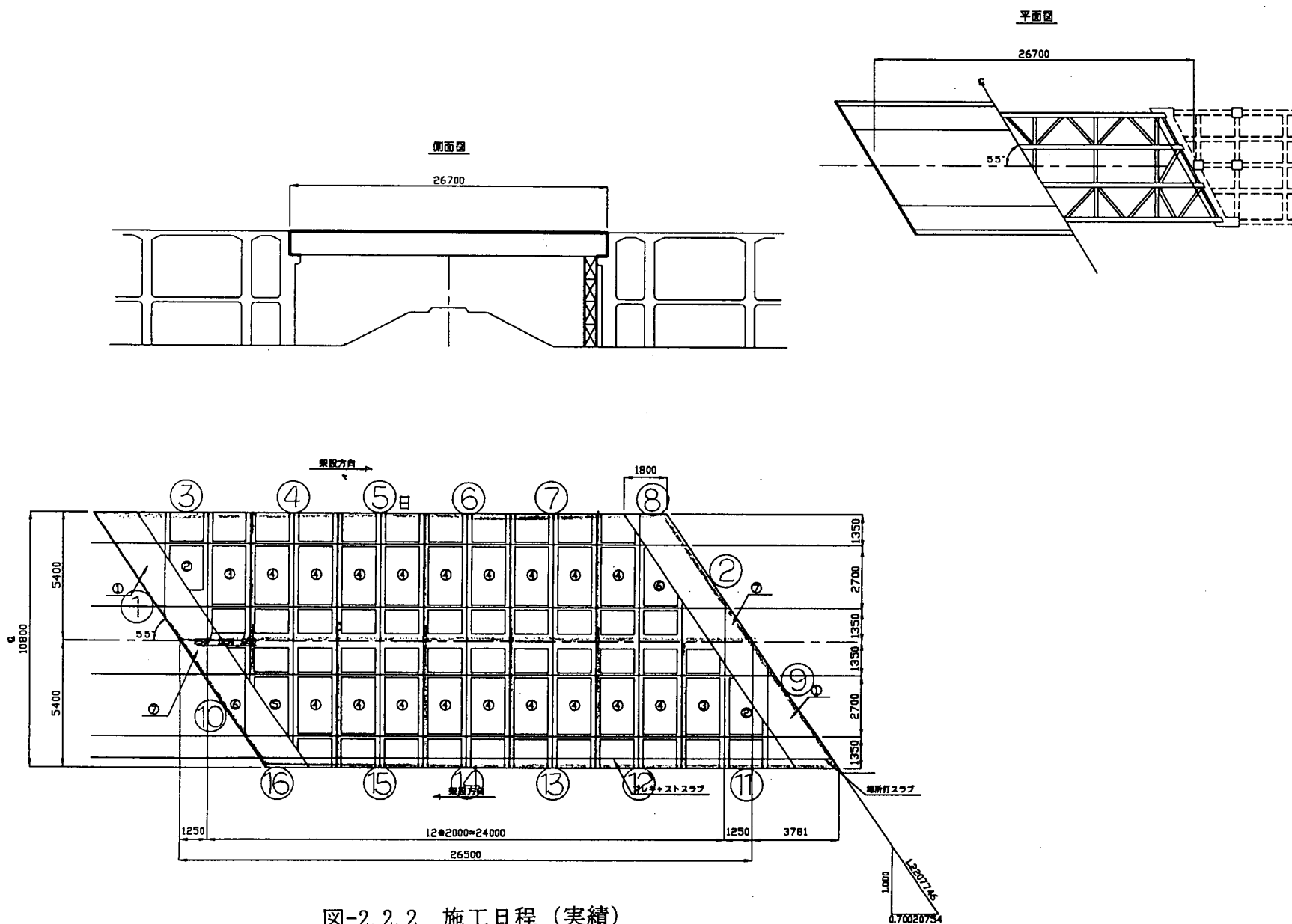


図-2.2.2 施工日程（実績）

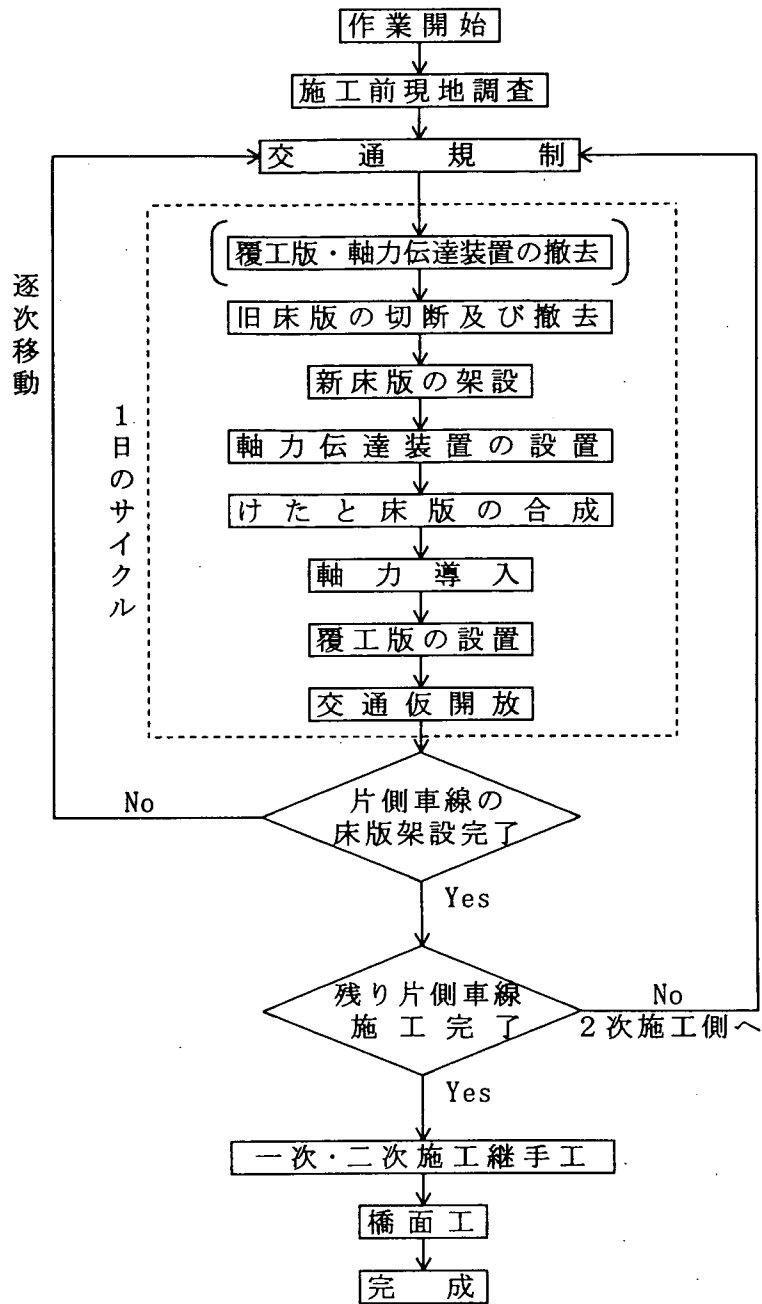


図-2.2.3 施工手順

① 防設工

1) 主桁下フランジ上には、足場板を敷き、
2) 足場板の上には、土留壁コンクリート打設
が、足場板に添って、土留壁を打設する。

② 合成後元荷重撤去と橋板の引込作業

1) 橋脚部コンクリート打設後
2) 土留壁コンクリート打設後、200mm
3) 土留壁コンクリート打設後、200mm
4) 土留壁コンクリート打設後、200mm
5) 土留壁コンクリート打設後、200mm
6) 交通規制

	車道	歩道
夜間	1車線、幅5m	1車線、幅1.0m
昼間	2車線、幅7.5m	2車線、幅1.0m

③ 1期床版打換（夜間作業）

1) 土留壁を撤去し、ハコルを付けた状態で、1期床版
コンクリート打設する。
2) ハコルを撤去し、2期コンクリート打設後、合成後
の打設する。
3) スラットパネルを、スラットパネルを撤去する。
4) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。
5) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。
6) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。
7) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。
8) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。

④ 2期床版打換（夜間作業） 4:00~6:30

1) ③と同時で、2期床版に、土留壁を打設する。
2) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。
3) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。

⑤ 橋面工（夜間作業）

1) 土留壁を撤去し、土留壁を打設する。
2) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。
3) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。
4) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。
5) 土留壁コンクリート打設後、土留壁を打設する。

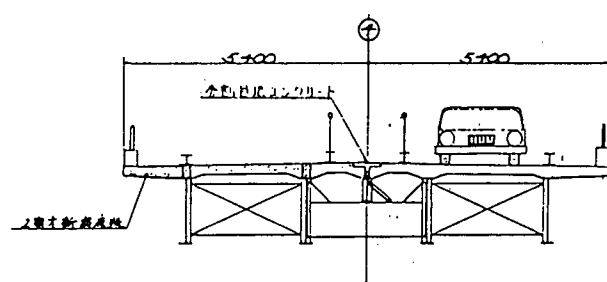
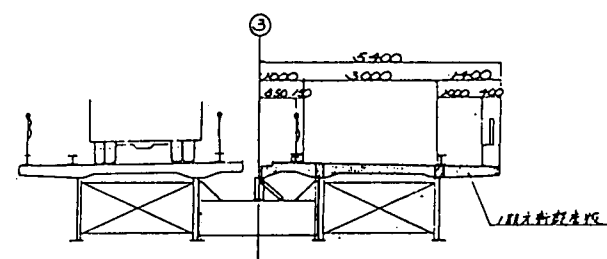
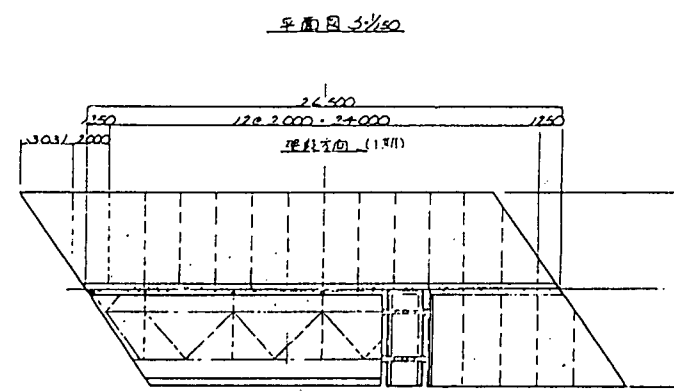
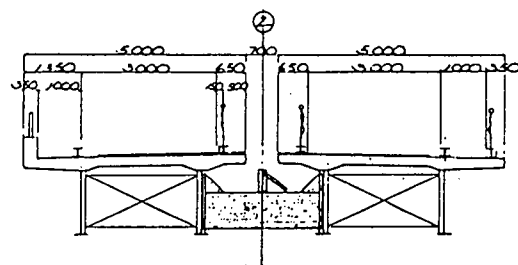
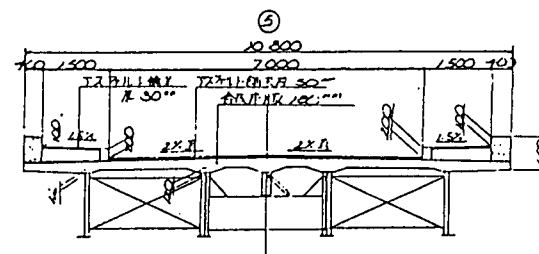
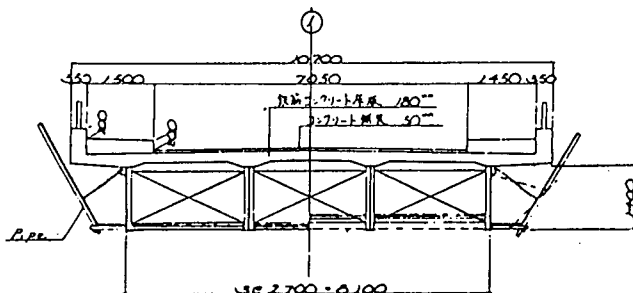


図-2.2.4 施工手順図

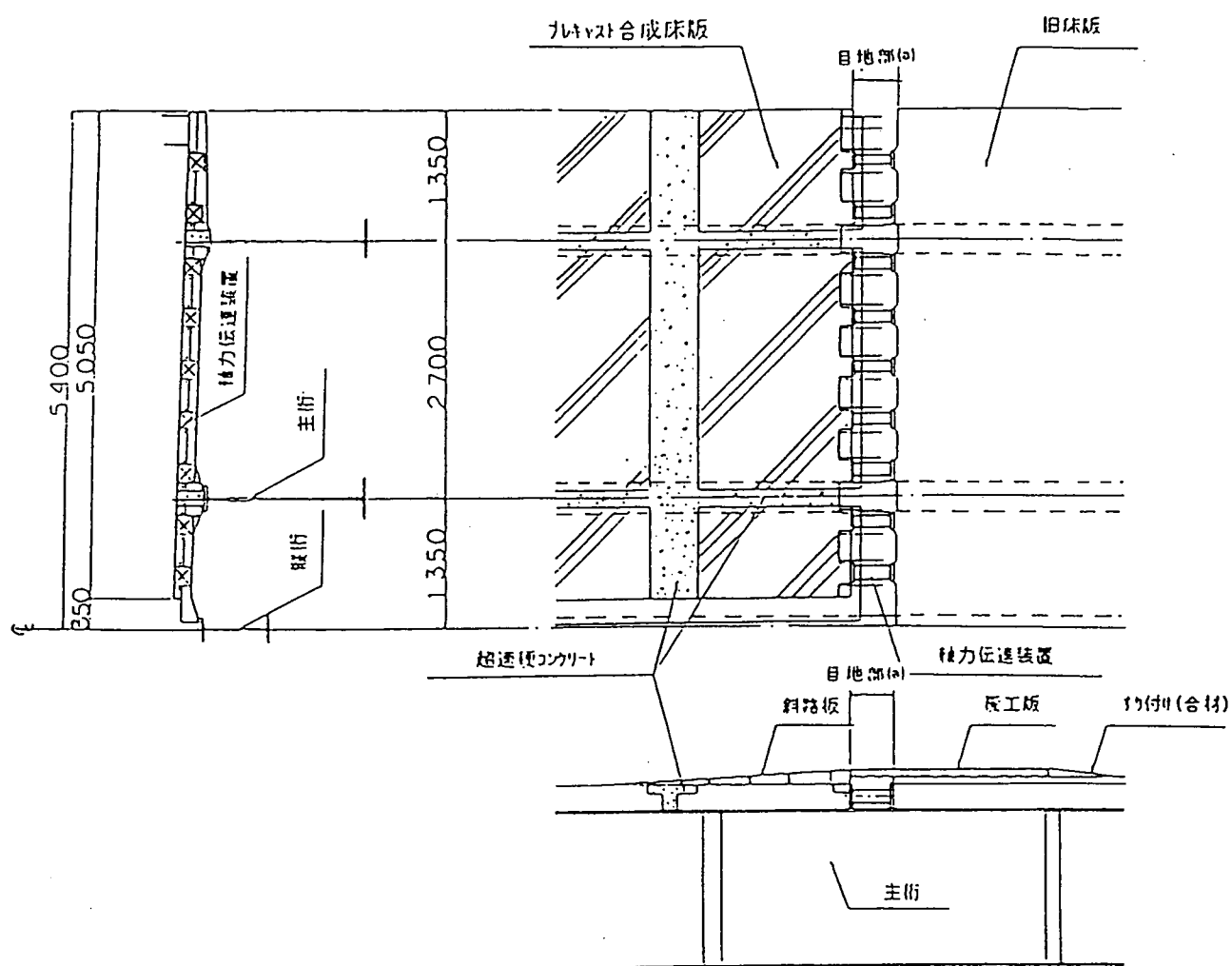


図-2.2.5 軸力伝達装置の設置

2.2.3 測定概要

施工時において軸力伝達装置に軸力が伝達されているか否かの軸力管理を各施工日において計測すると共に、現橋・施工時・完成系の各施工段階において車両（TL-20）を用いた静的・動的載荷試験を行い、設計時に用いた仮定や数値が妥当であるか、合成桁としての断面がどの程度復元されているかの確認を主桁の歪み・変位を計測することにより確認した。

2.2.3.1 計測日時

日 時 ; 昭和62年10月～11月

場 所 ; 秋田県大館市片山地内

2.2.3.2 載荷方法

試験車（土砂を満載し設計荷重に計量したダンプカー）を用いて、図-2.2.6の位置に載荷し主桁の歪み・変位を計測した。

また、同車を用いて走行速度を20, 40, 60km/hの3回に分けて走行させ、走行時の覆工版による衝撃がどの程度になるかの動的載荷試験も行った。

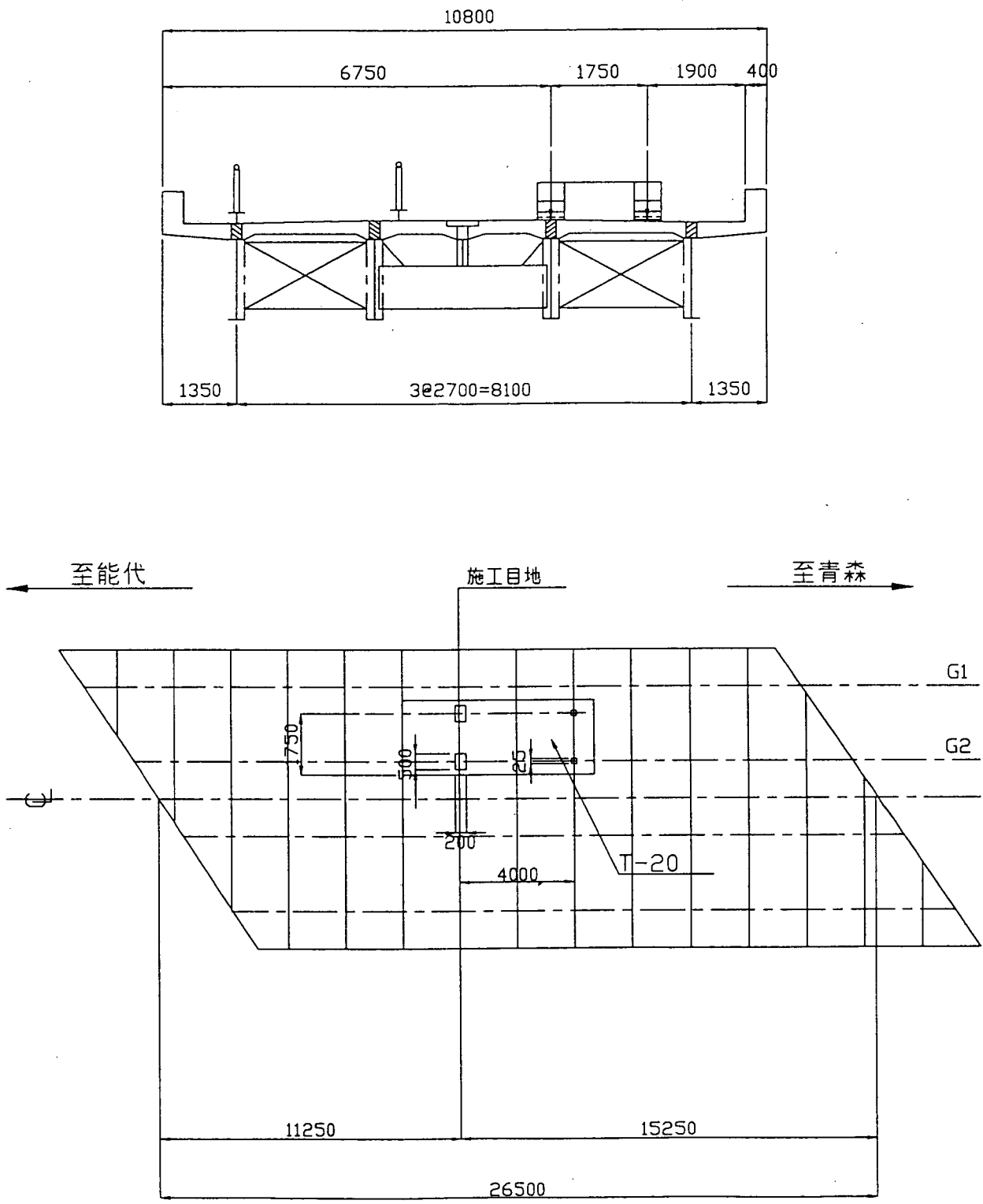


図-2.2.6 載荷重位置図

2.2.3.3 主桁断面の歪み・変位の測定

主桁断面の計測位置は、図-2.2.7の如く支間中央付近の内・外桁、施工目地とその近傍2.000mの6箇所について計測を行い応力レベルと中立軸の復元範囲を確認した。

なお、施工の制約上、上下フランジの歪みは100 c m内側のウェブ歪みにて代用し補間するものとした。測定数・型式及び使用計測機器は表-2.2.2, 3の通りである。

2.2.3.4 床版コンクリートの応力分布測定

新旧床版のコンクリート応力レベル及び軸力の負担分布を調べる目的で図-2.2.8のように床版上面にコンクリートゲージを貼り付け計測した。

なお、測定数・型式等は表-2.2.4とした。

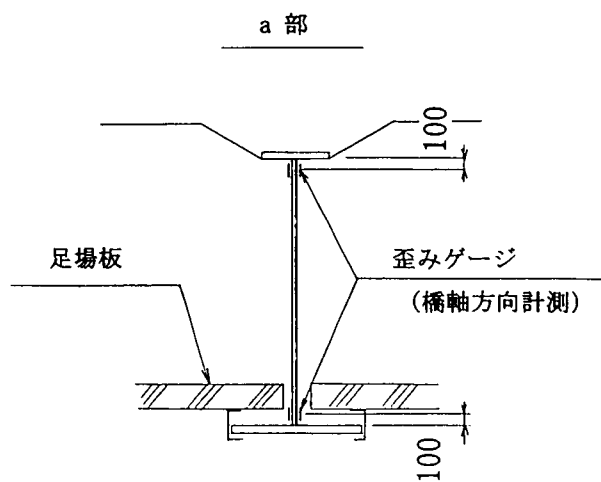
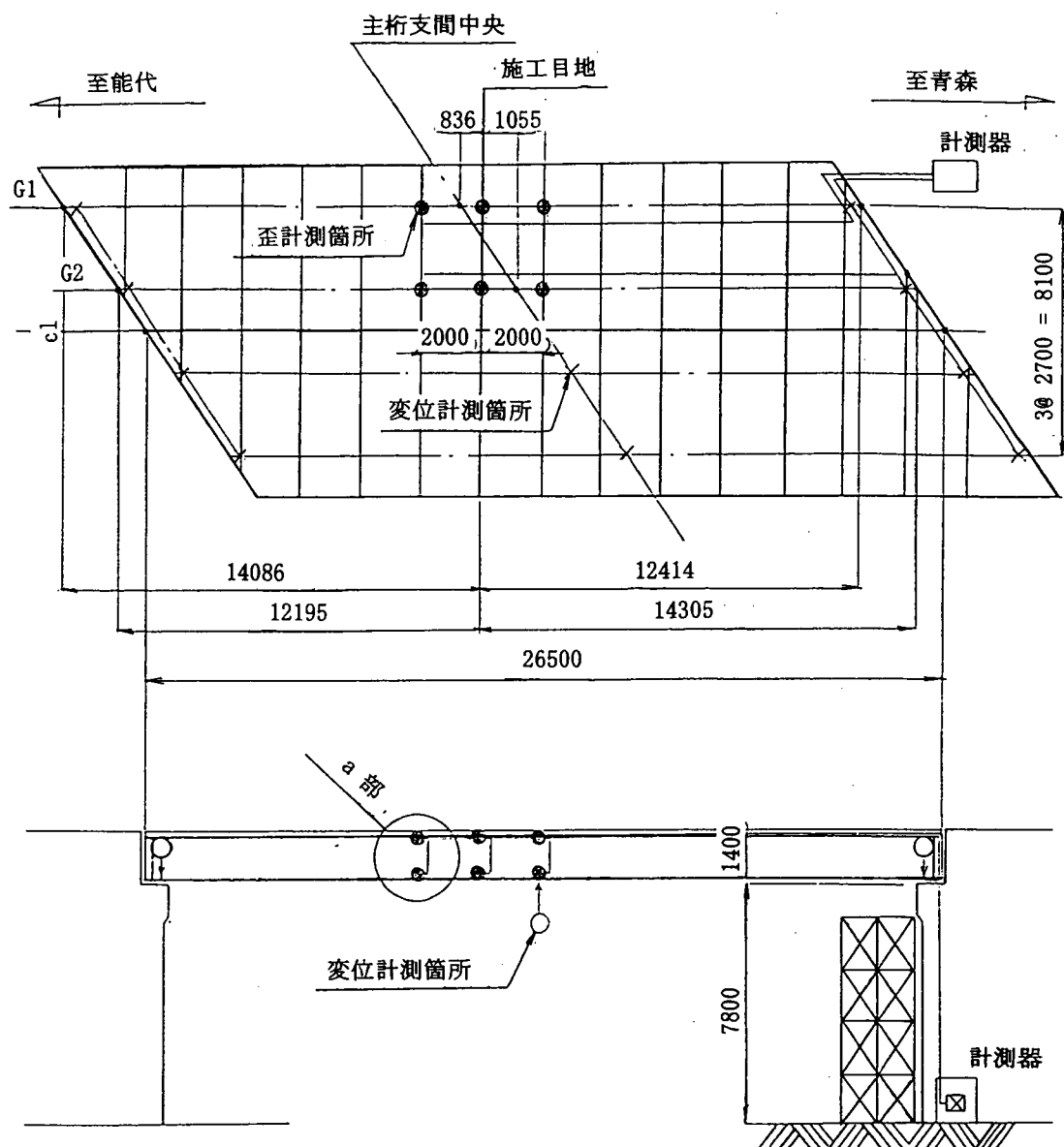


図-2.2.7 主桁測定位置図

測 定 項 目	測定数	ゲージタイプ	頻 度
主桁歪み	2 4 点	FLA - 5 - 12	3 日
主桁たわみ	1 2 点	標点計測	3 日
温度ゲージ	2 点	TEL - 8 - 5L	3 日

表-2.2.2 主桁測定位置

種 別	機 種	数 量
デジタル歪計	UCAM - 5BT	1 台
スイッチボックス	USB - 50D	2 台

表-2.2.3 測定機器

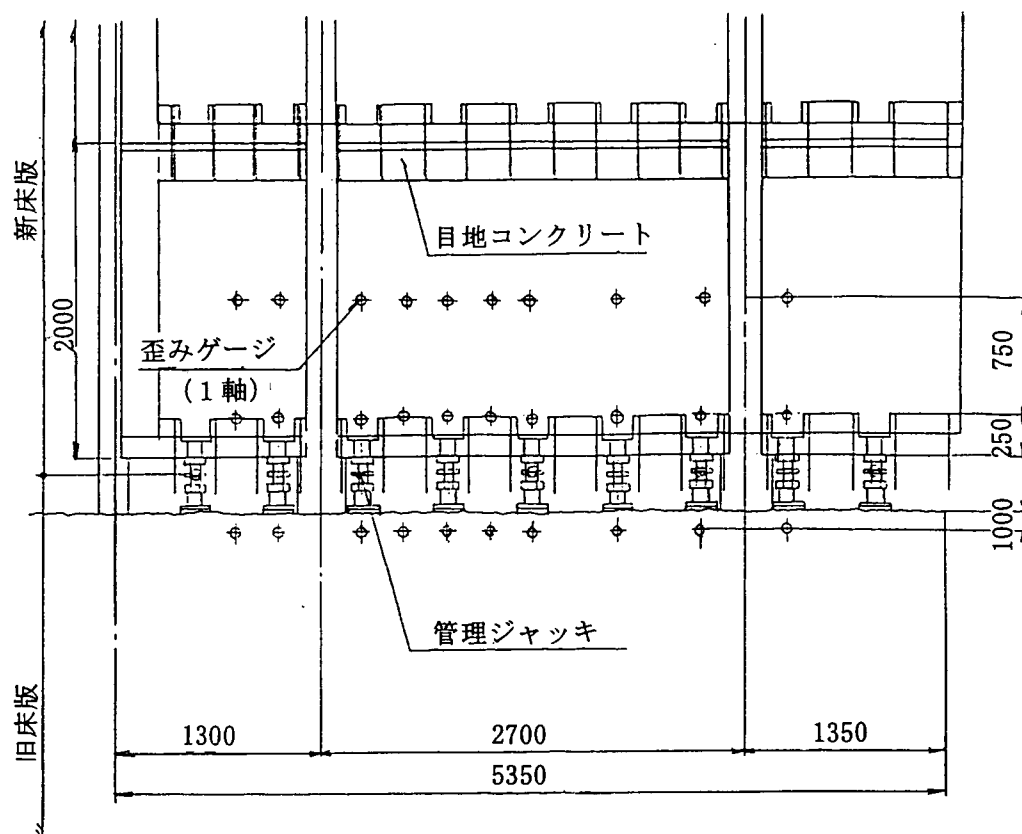


図-2.2.8 床版コンクリート応力測定位置図

測定項目	測定数	ゲージタイプ	頻度
新床版	20点	PL - 60	1日
旧床版	9点	PL - 60	1日
軸力伝達装置	5点	FLA - 5 - 12	毎日
温度ゲージ	2点	TEL - 8 - 5L	1日

表-2.2.4 床版測定位置

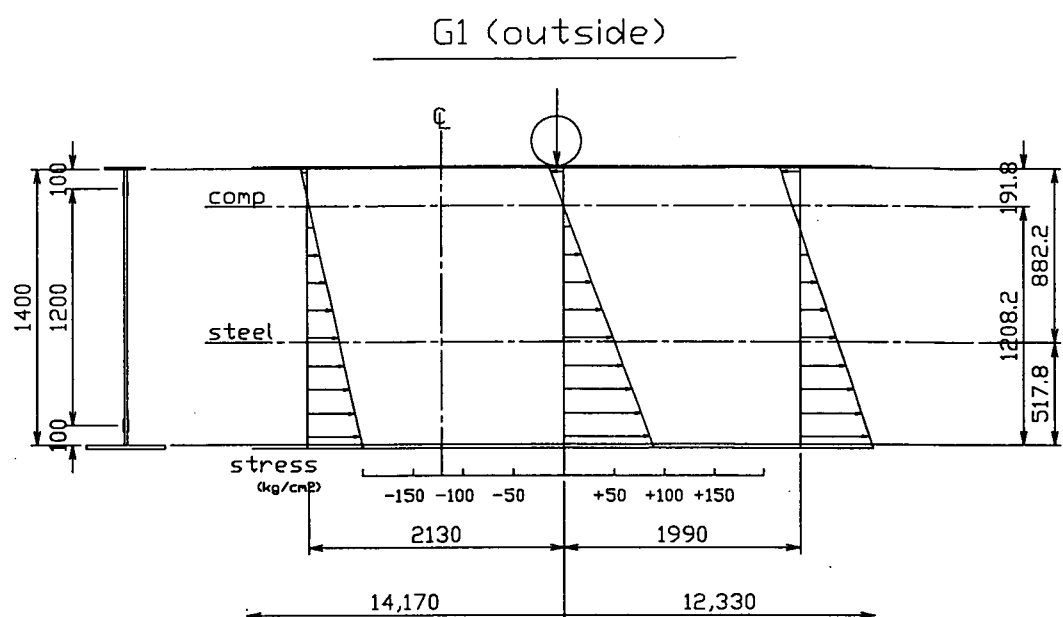
2.2.4 測定結果

主桁応力の計測結果を図-2.2.9～2.2.13及び表-2.2.5, 6に示す。また、新旧床版コンクリートの歪み分布を図-2.2.17, 18に、導入軸力と載荷荷重による伝達装置に働く軸力分布を図-2.2.16に示す。

また、参考として床版との合成状態を見る目的で馬蹄型ジベル上のフランジ応力の変化を図-2.2.19に示す。

なお、変位の計測は、桁下が軌道上の制約があり標点計測を行ったが夜間の条件のため良好な結果が得られなかった。

2.2.4.1 主桁の応力結果



注) 歪みゲージの取付は、補剛材との取り合い上
86mm移動させている

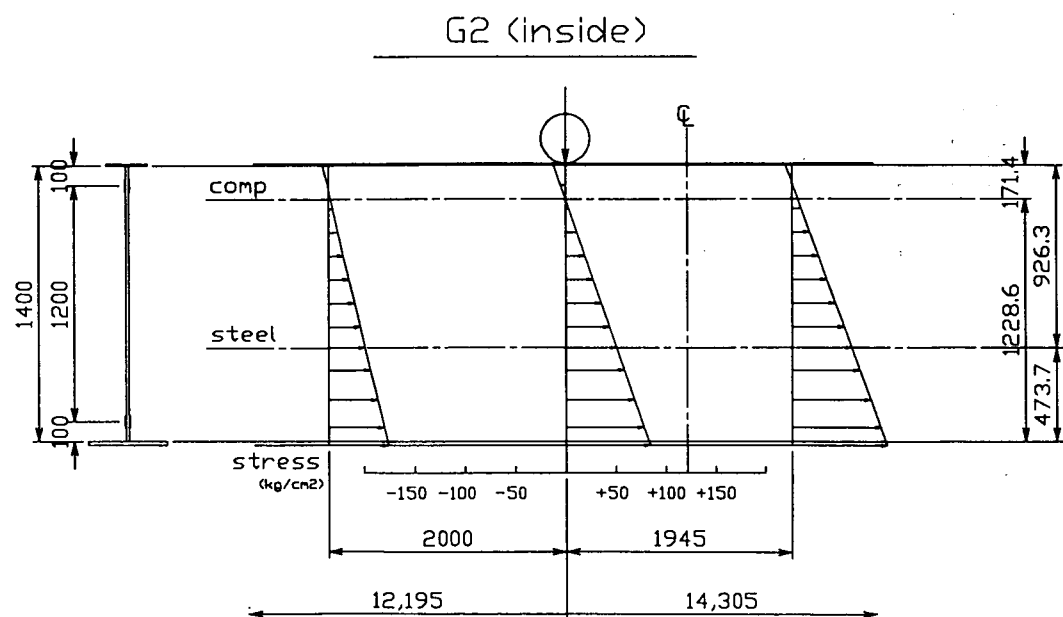
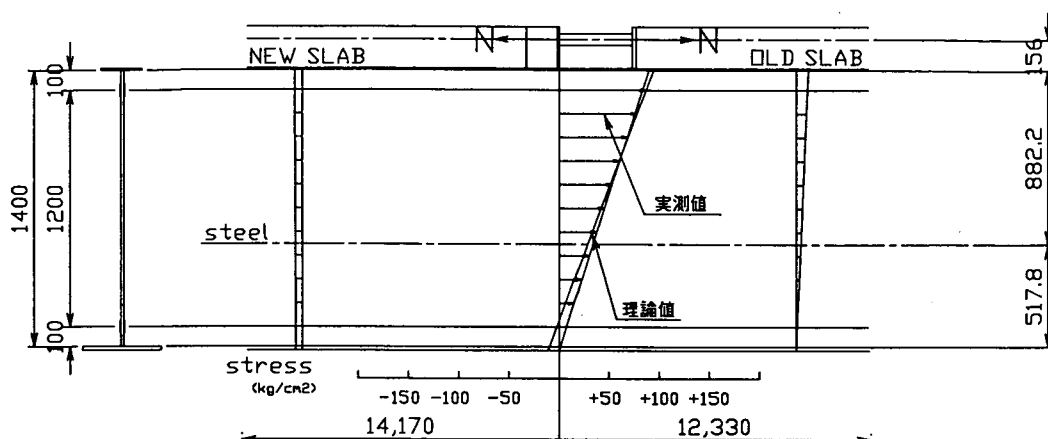


FIG-1.床板打換前の主桁応力度

図-2.2.9 床版打換前の主桁応力度

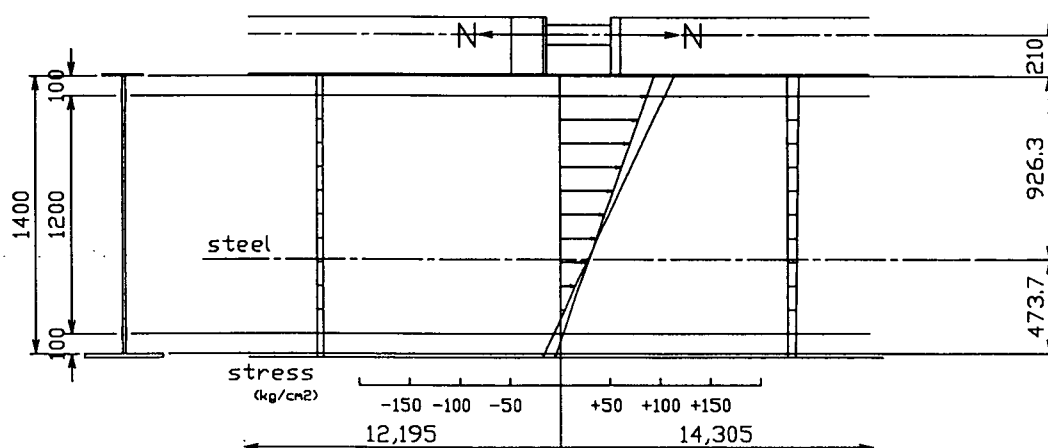
PRELOAD - STRESS

G1 (outside)



AXIAL FORCE	DESIGN	MEASURE
	9,090ton	8,935ton

G2 (inside)

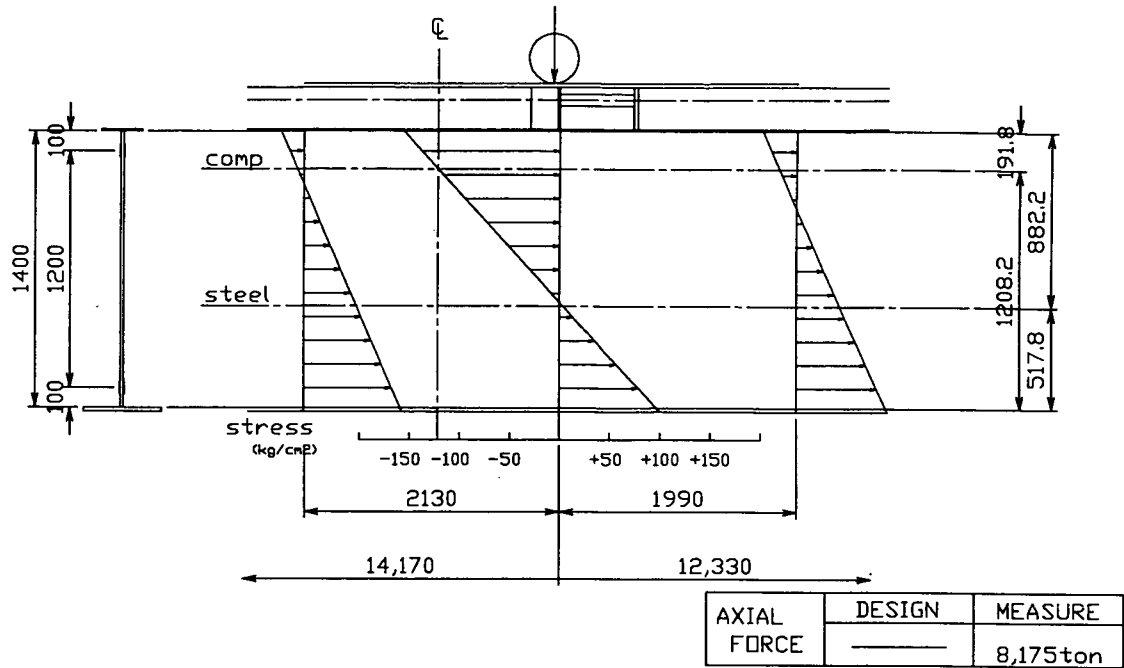


AXIAL FORCE	DESIGN	MEASURE
	9,090ton	9,975ton

図-2.2.10 施工時の主桁応力度

T - LOAD - STRESS

G1 (outside)



G2 (inside)

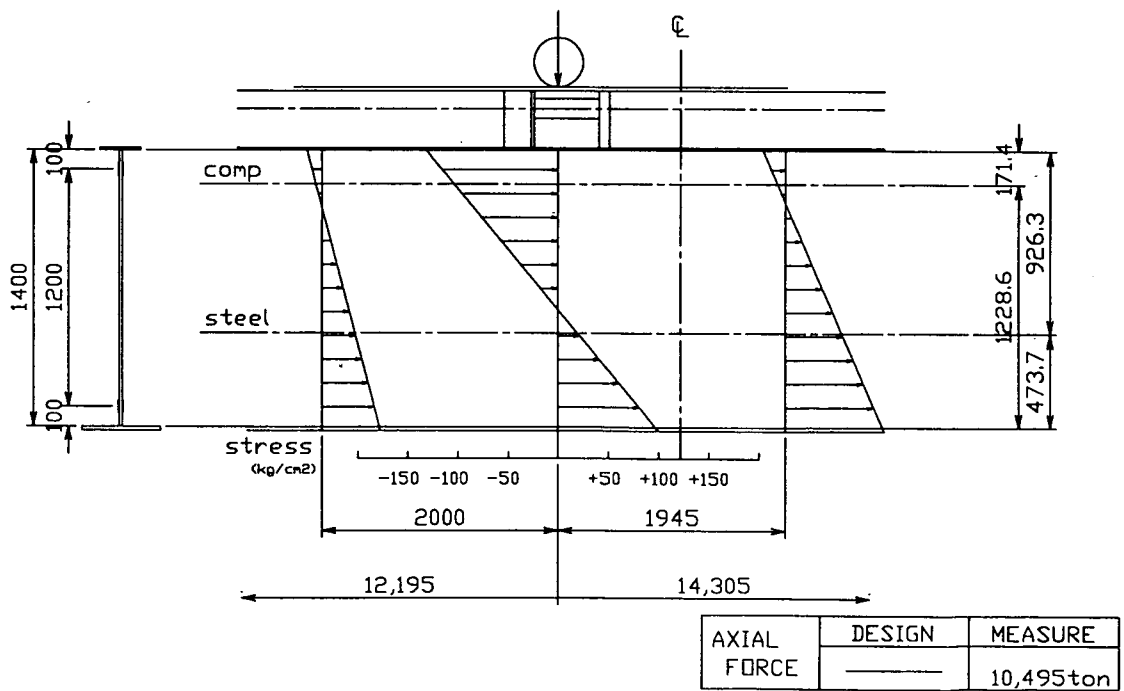


図-2.2.11 施工時の主桁応力度（荷重試験車のみの影響）

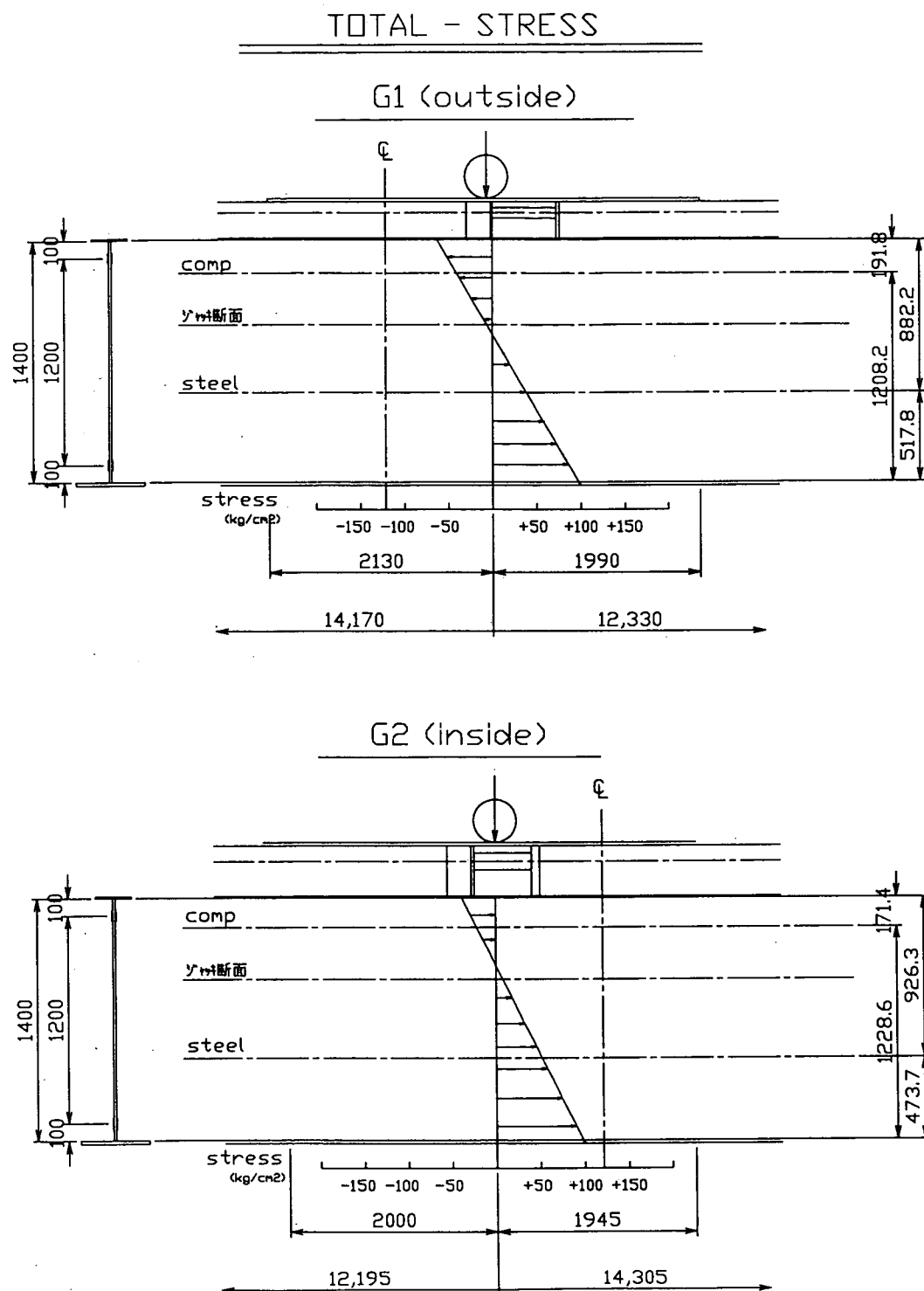


図-2.2.12 施工時の主桁応力度（合計応力度）

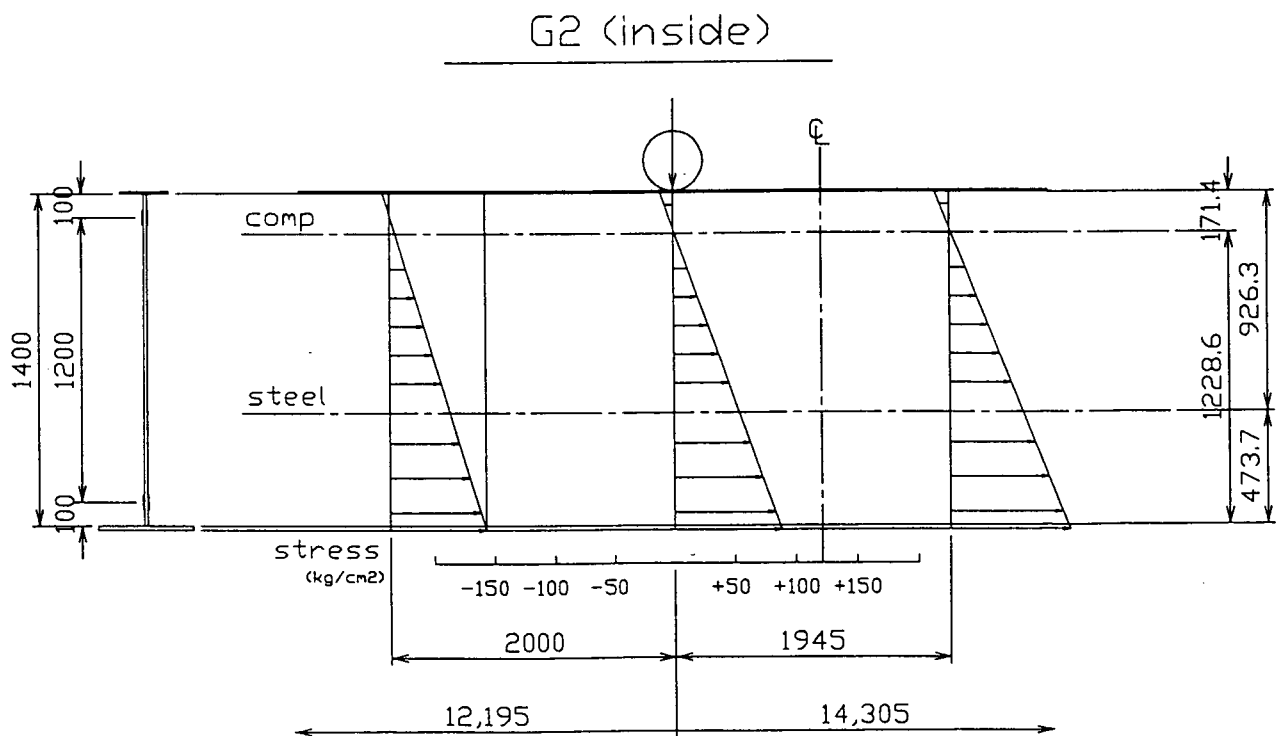
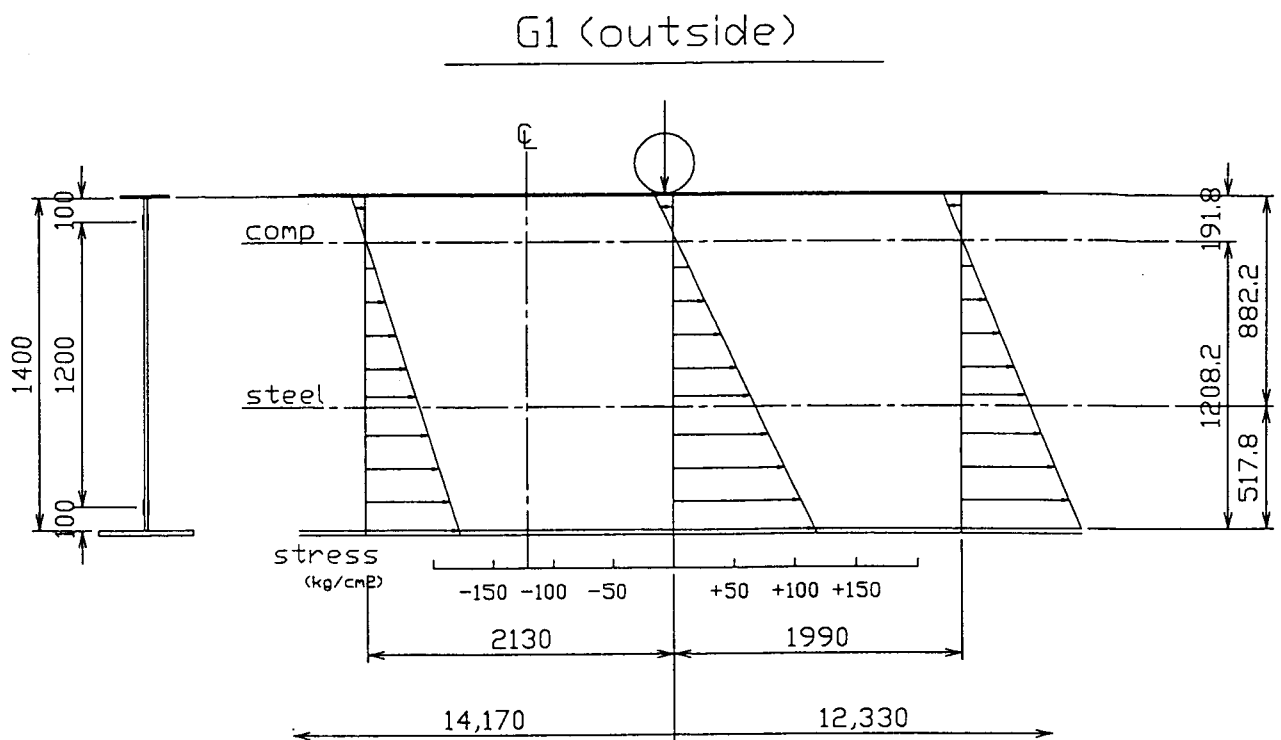


図-2.2.13 床版打換後の主桁応力度

		現 橋 時	施 工 時			完 成 時
			軸力導入時	載荷時	合 計	
G1	上フランジ	- 14.5	+ 91.0	- 162.0	+ 71.0	- 18.4
	下フランジ	+ 85.0	- 6.0	+ 105.5	+ 99.5	+ 115.6
G2	上フランジ	- 14.6	+ 93.0	- 136.7	+ 43.7	- 8.9
	下フランジ	+ 87.1	- 6.2	+ 107.1	+ 100.9	+ 100.7

[単位 kg/cm^2]

表-2.2.5 応力集計表 (実測)

		G 1 桁		G 2 桁	
		上フランジ	下フランジ	上フランジ	下フランジ
現 橋 (梁理論)		- 23	+ 138	- 36	+ 240
施 工 時	導 入 軸 力	+ 94.8	- 16.4	+ 118.2	- 20.6
	梁理論(軸力100%有効)	- 77	+ 148	- 136	+ 259
	格子理論	- 178	+ 110	- 176	+ 113
	(床版剛性及び有効性考慮)				
完 成 時 (梁理論)		- 23	+ 138	- 36	+ 240

[単位 kg/cm^2]

表-2.2.6 応力集計表 (解析)

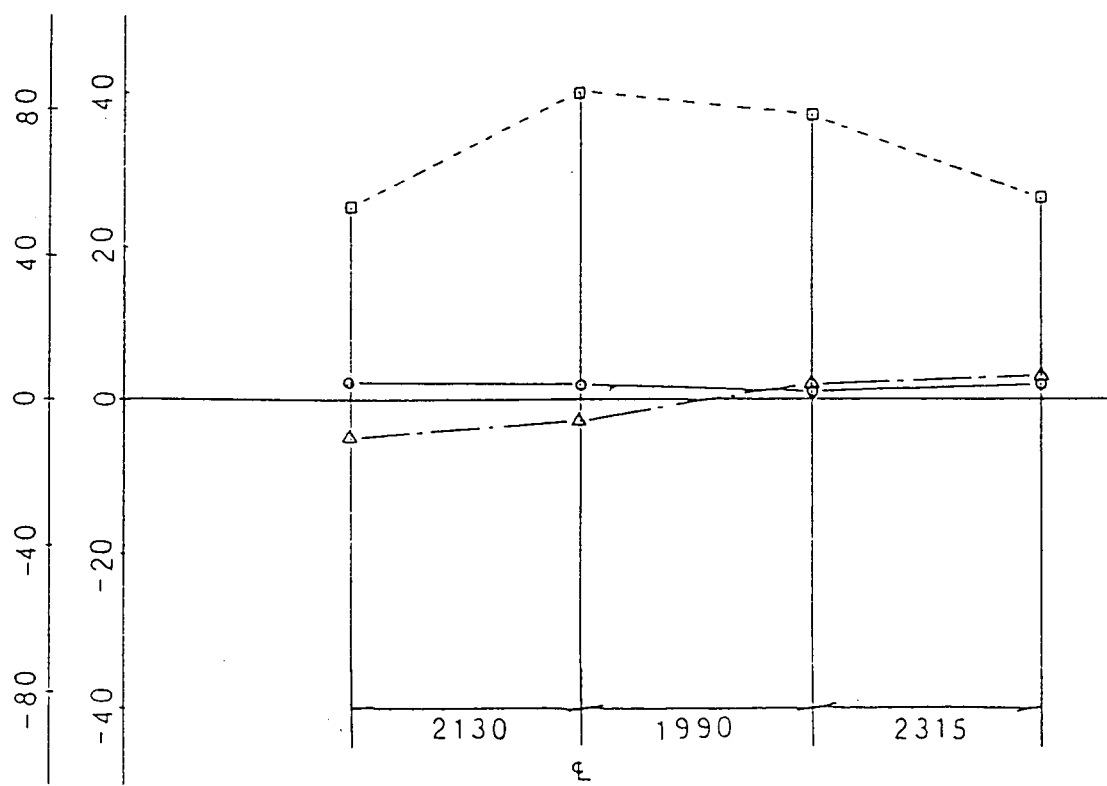
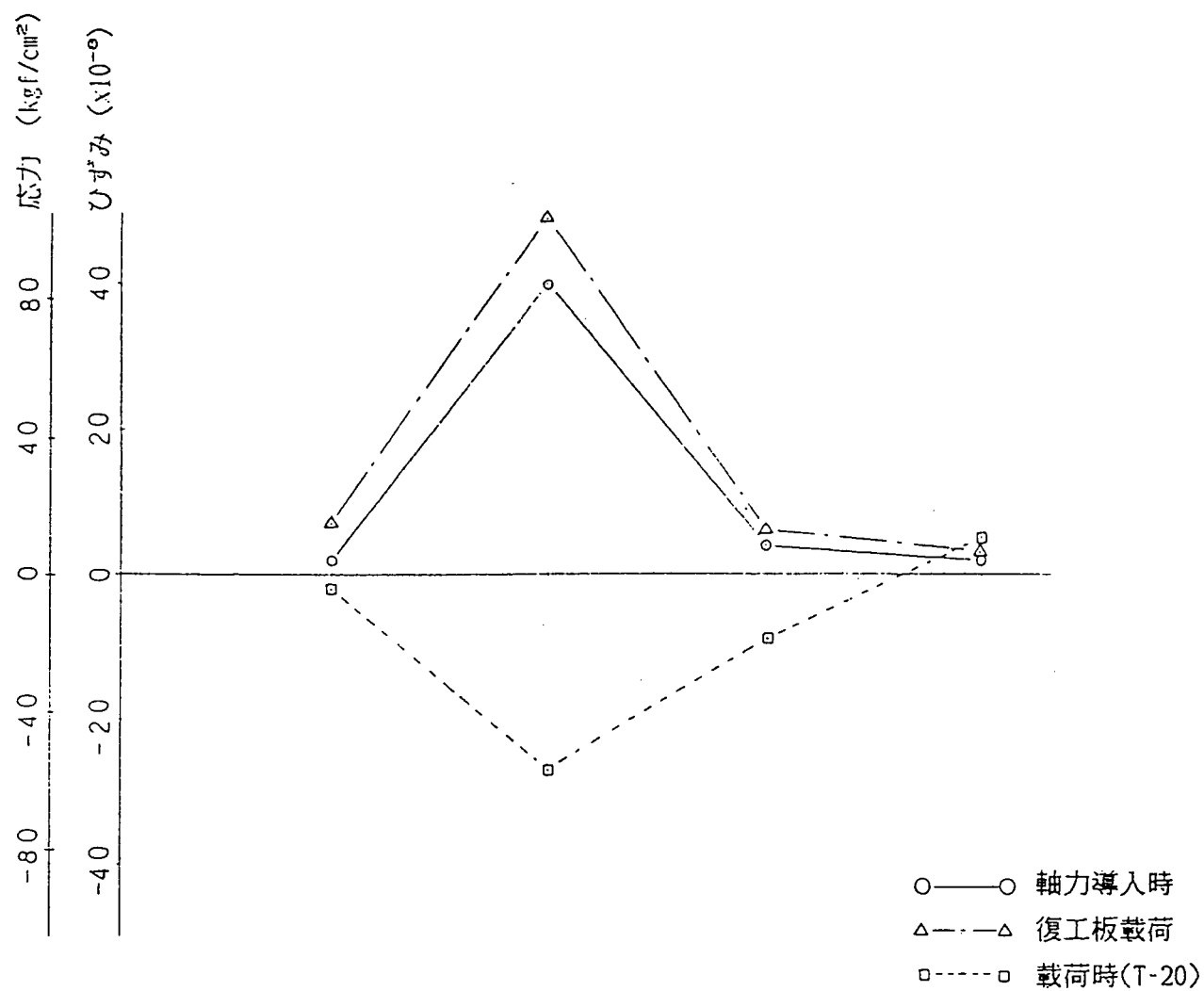


図-2.2.14 施工時の主桁歪分布 (G1桁)

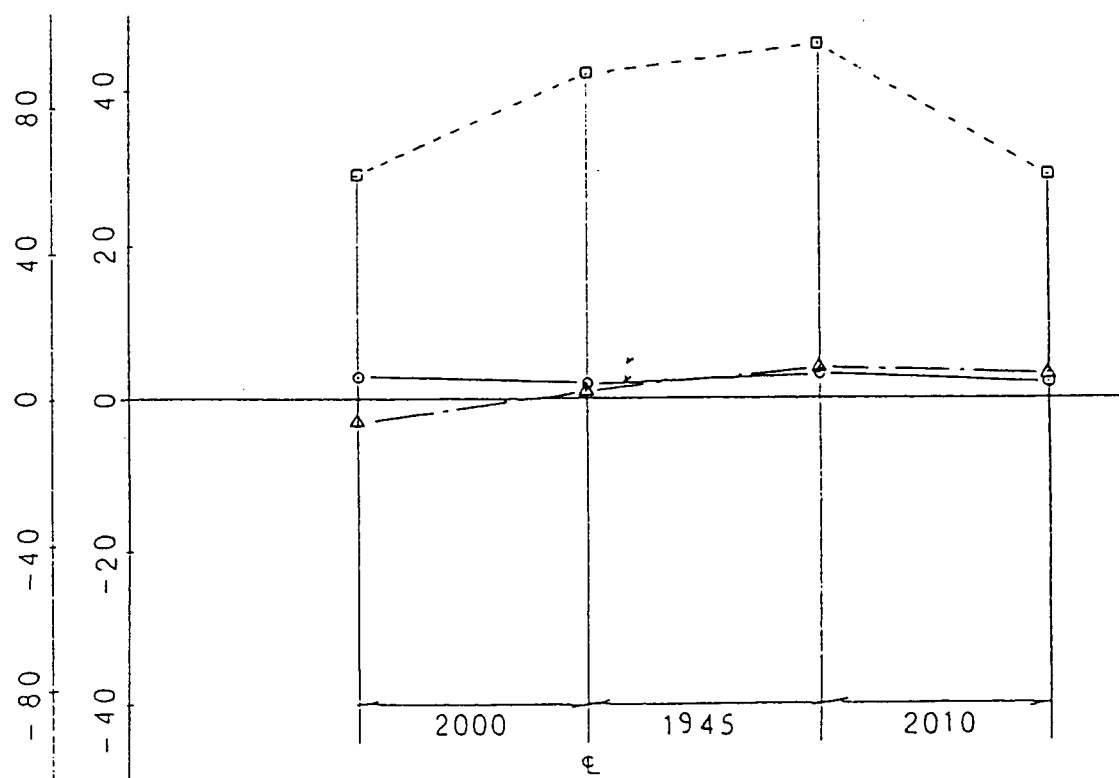
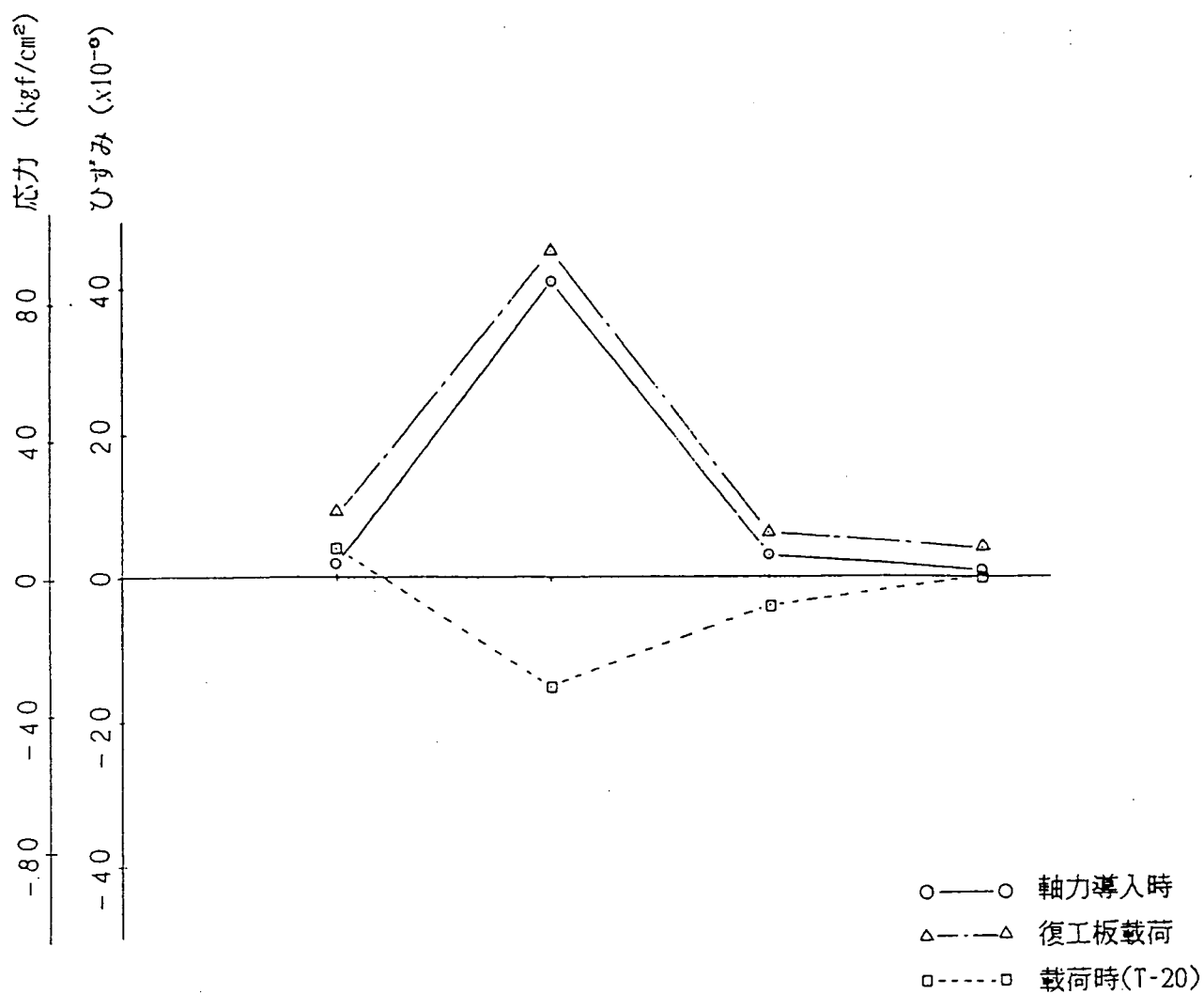
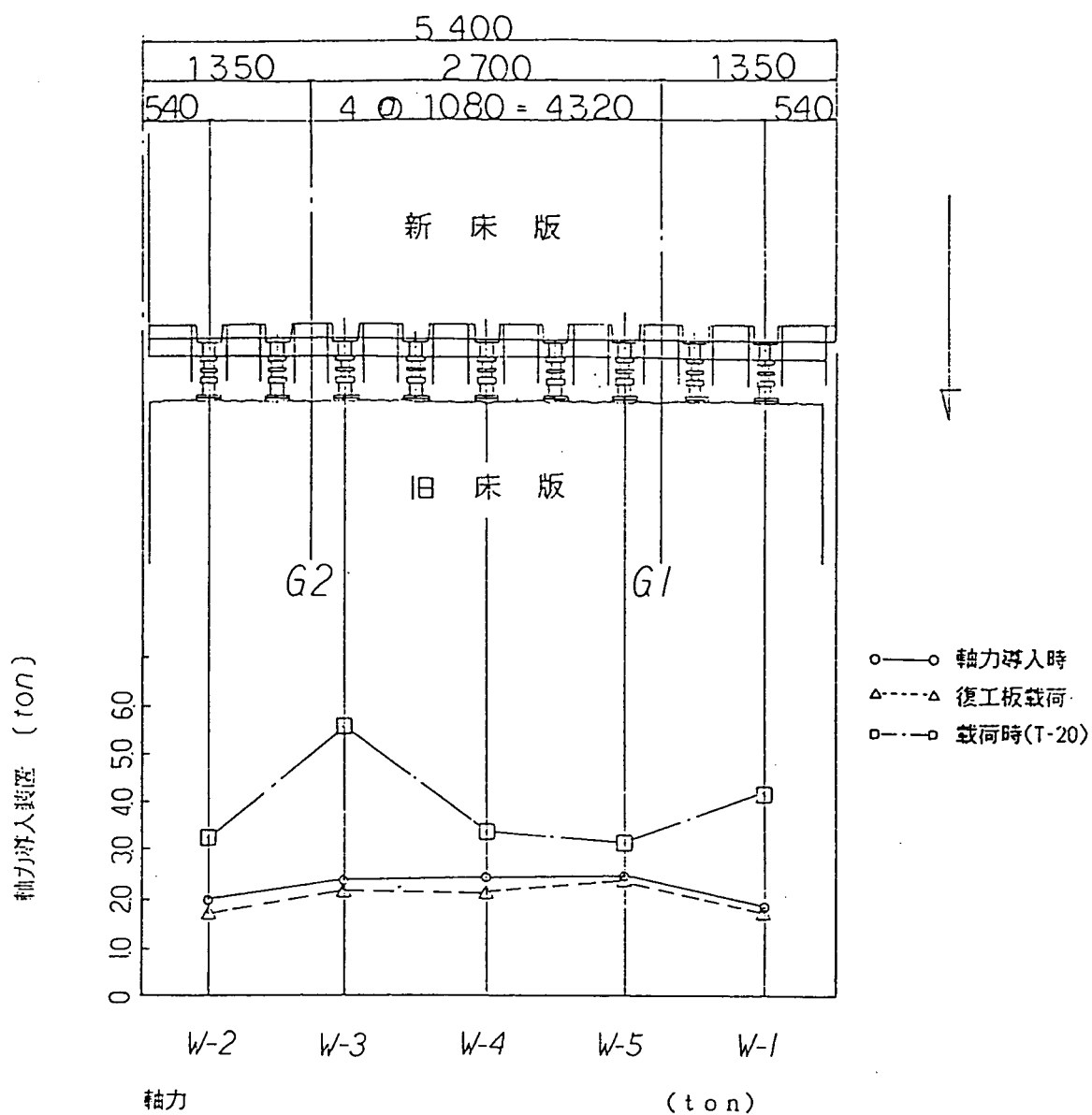


図-2.2.15 施工時の主桁歪分布 (G2桁)

2.2.4.2 軸力伝達装置の軸力分布と床版上面歪み



測点	W-2	W-3	W-4	W-5	W-1
条件	W-2	W-3	W-4	W-5	W-1
軸力導入時	1.97	2.40	2.47	1.98	1.87
復工板載荷	1.71	2.22	2.13	1.90	1.74
載荷時(T-20)	3.25	5.61	3.40	3.15	4.26

図-2.2.16 伝達装置の軸力分布

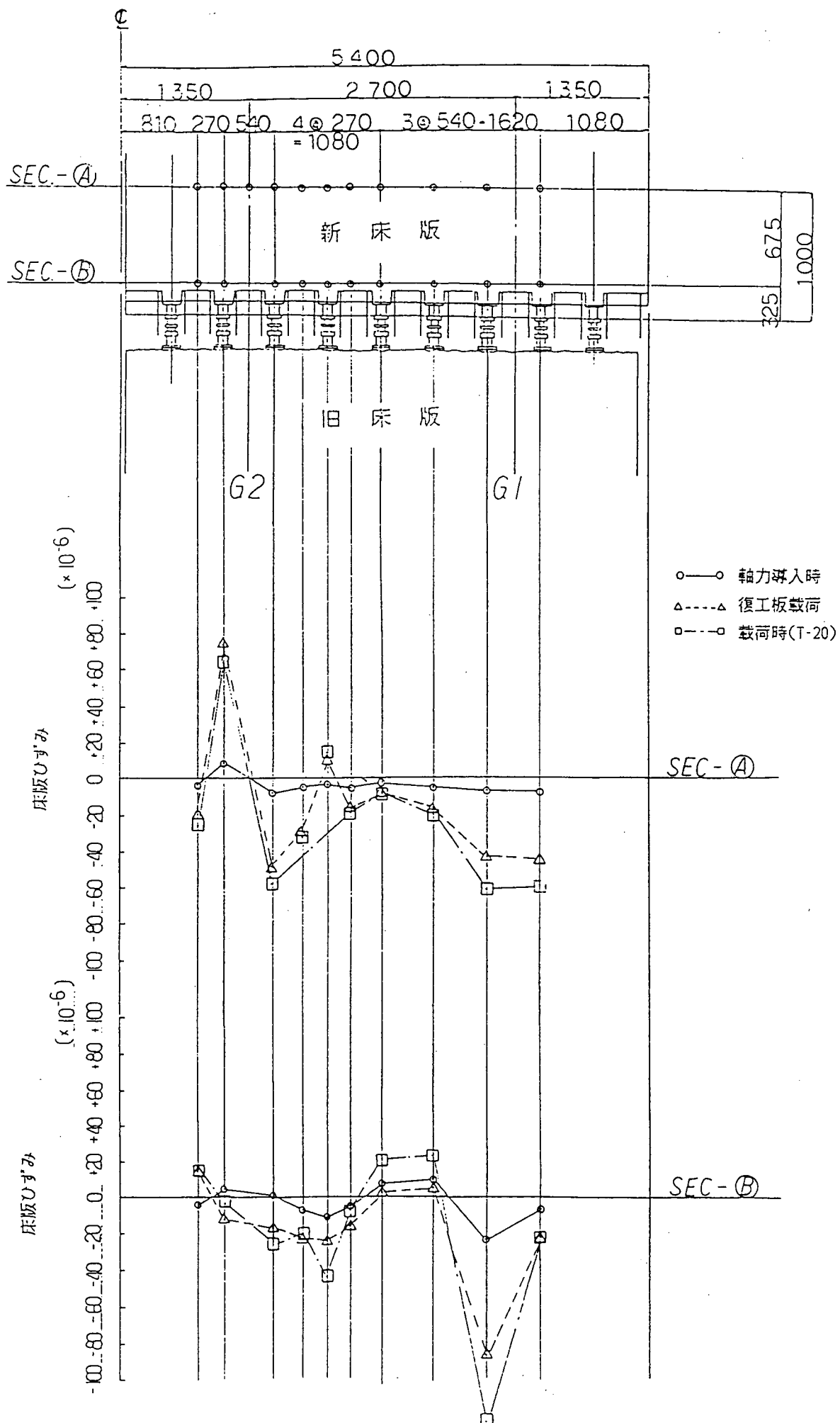


図-2.2.17 床版コンクリートの歪み分布 (新床版)

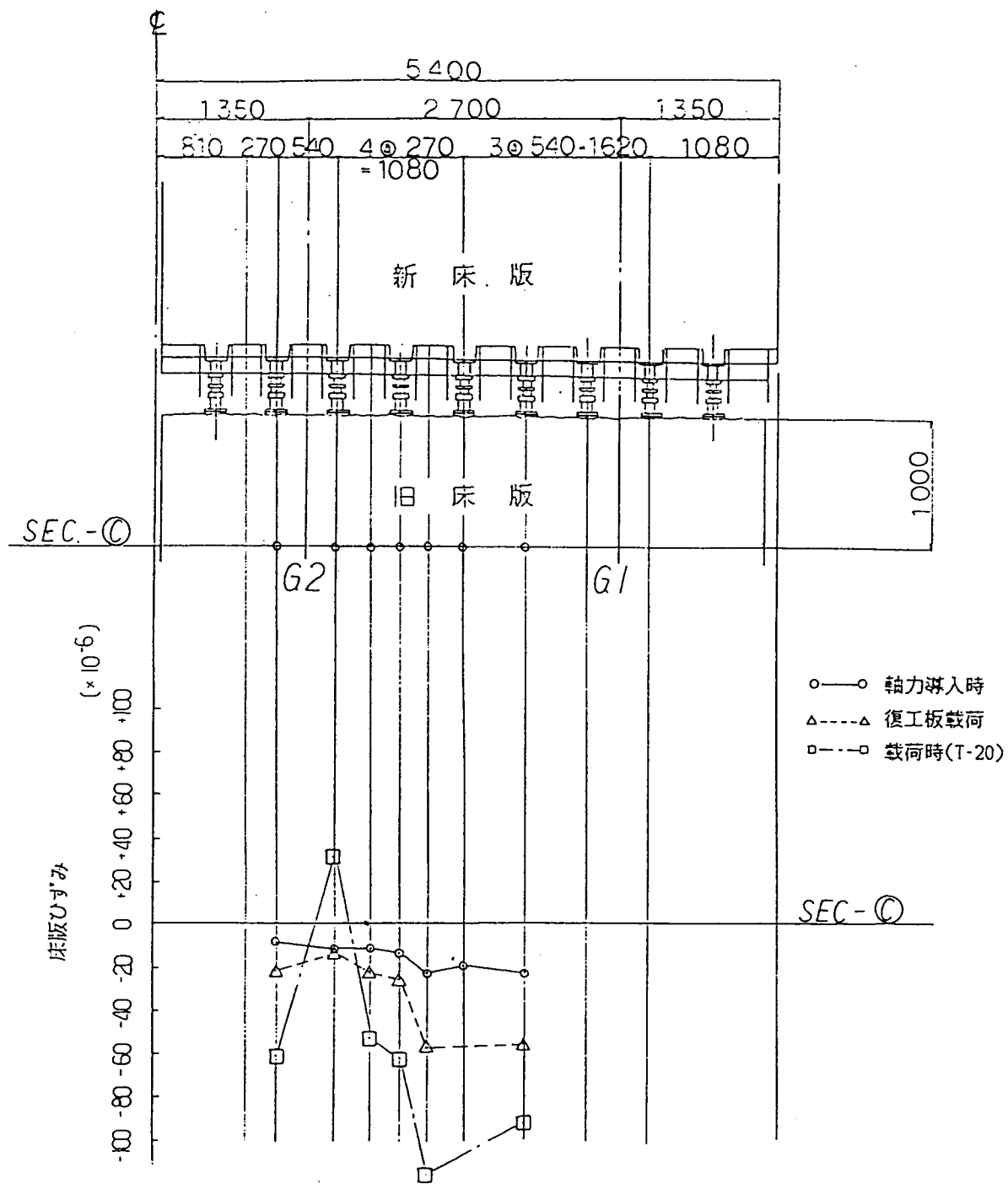
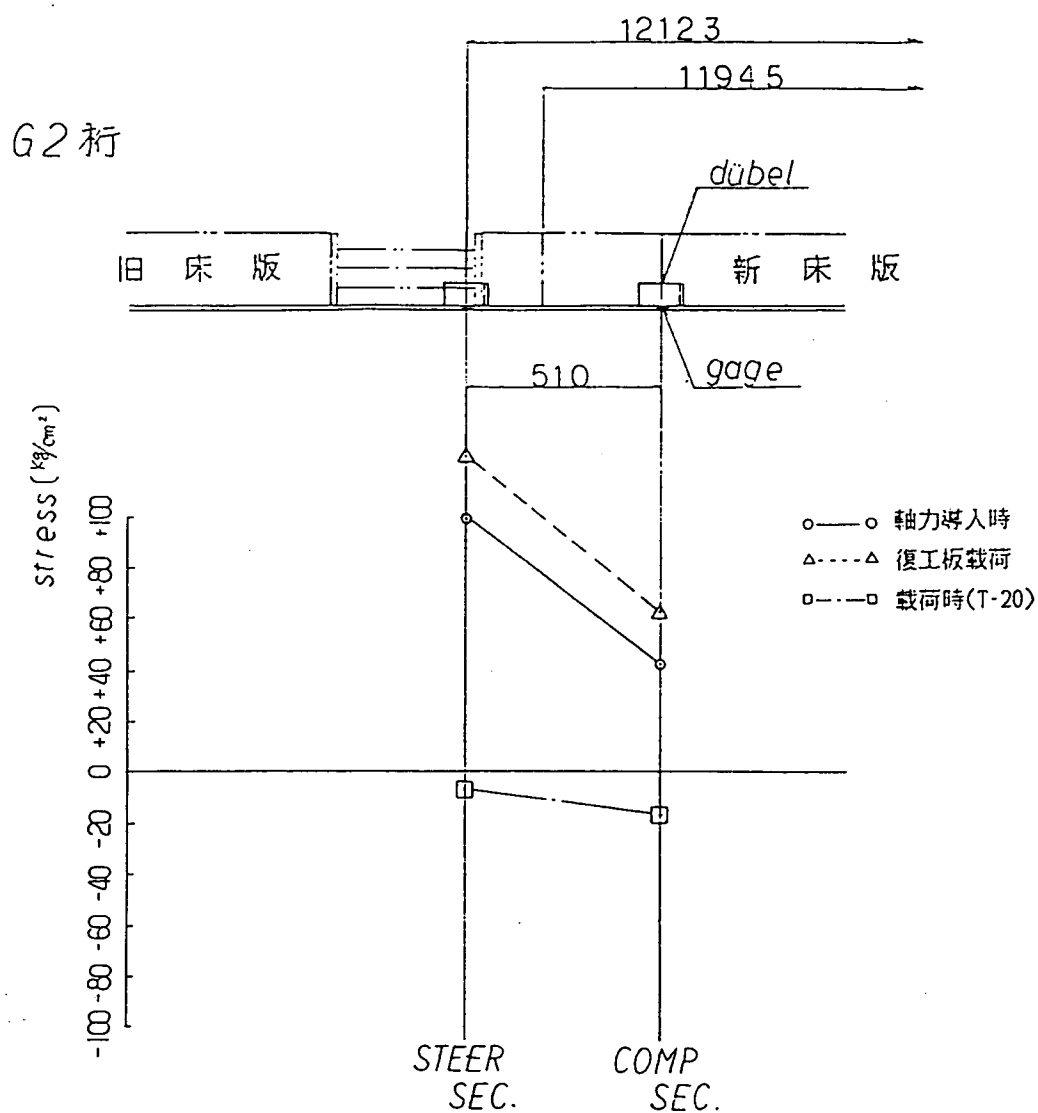


図-2.2.18 床版コンクリートの歪み分布 (旧床版)

2.2.4.3 ジベル近傍のフランジ応力



	STEER SEC.	COMP. SEC.
軸力導入時	+ 101.9	+ 42.0
復工版載荷	+ 129.2	+ 62.0
載荷(T-20)	- 6.3	- 16.8

(単位 kg/cm²)

図-2.2.19 ジベル近傍の応力

－参考文献－

1. (財) 土木研究センター：土木系材料技術・技術審査証明 報告書（技審証 第0802号）（1996. 4）
2. 伊藤、高田、神田、西川、藤原：外ケーブルを用いた合成桁橋の床版打ち替えにおける構造検討、構造工学論文集、Vol. 43A（1997. 3）
3. 宮崎、神田、藤原：「外ケーブルを用いた合成げた床版の打換え工法」の定着部に関する研究、土木学会第51回年次学術講演会、第1部（1996. 9）
4. 福地、西川、神田、渋谷：「外ケーブルを用いた合成げた床版の打換え工法」の実橋における試験施工および計測、土木学会第51回年次学術講演会、第1部（1996. 9）
5. 西川、神田：外ケーブルを用いた合成げた床版打換え工法、土木技術資料、38-2（1996）
6. 西川、神田、上阪、高田、藤原：外ケーブルを用いた合成げた床版の打換え工法、第5回鋼構造物の補修・補強技術報告会論文集、（社）日本鋼構造協会（1996. 6）
7. 中村、丸山、高田、原田：外ケーブルによる鋼・コンクリート合成桁の補強効果、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 16, No. 1（1994）
8. 伊藤：合成桁橋の外ケーブルを用いた床版打ち替え工法に関する基礎的検討、東北大学修士論文（1996. 3）
9. 岡村、富沢、斉藤、石川：プレキャスト床版による合成桁床版の打替に関する解析と実験、土木学会関西支部学術講演集、（1987. 5）
10. 竹村、富沢、斉藤、石川：合成桁床版の昼間交通開放可能な打換え工法の基礎実験、橋梁と基礎、（1986. 7）
11. 石田、山本、斉木、新田、細谷：交通開放下での合成桁橋の床版打換え、橋梁と基礎、（1994. 8）