

コンクリート二次製品の 設計・施工技術の開発に関する研究 共同研究報告書（II）

平成7年3月

建設省土木研究所 材料施工部 機械研究室
(財) 先端建設技術センター

石川島建機株式会社	株式会社大林組
株式会社大本組	清水建設株式会社
住友建設株式会社	東急建設株式会社
飛島建設株式会社	日立建機株式会社
株式会社フジタ	フドウ建研株式会社

Copyright© (1995) 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。

コンクリート二次製品の 設計・施工技術の開発に関する研究 共同研究報告書（Ⅱ）

建設省土木研究所 材料施工部 機械研究室
（財）先端建設技術センター

石川島建機株式会社* 株式会社大林組
株式会社大本組 清水建設株式会社
住友建設株式会社 東急建設株式会社
飛島建設株式会社 日立建機株式会社
株式会社フジタ フドウ建研株式会社

*平成3年度より参加

要旨

土木分野のコンクリート構造物の施工における省力化・省人化、作業の単純化、過酷な作業からの解放のため、機械化施工を前提とした大型コンクリート二次製品による大型プレハブ工法の開発を行った。本工法は、現在、場所打ちで施工されている逆T等の鉄筋コンクリート造擁壁、大型ボックスカルバート構造物について、延長方向及び鉛直方向に分割したプレキャスト部材を大型の施工機械を用いて据付け、組み立て構築するものであり、鉛直方向の継手部にモルタル充填継手を適用したものである。本報告書は、研究成果を踏まえ、現場での確な設計・施工の実施を図るため、「コンクリート二次製品設計施工に関する技術資料」としてとりまとめたものである。

キーワード：二次製品、プレキャスト、擁壁、ボックスカルバート、プレハブ、モルタル充填継手

まえがき

土木構造物を代表する構造物にコンクリート構造物があげられる。その多くは場所打ちで施工されており、構築までに多くの工程とそれぞれの工程に応じた多くの熟練工が必要とされ、また、苦渋作業、危険作業も多いとされている。このため、コンクリート工の施工における省力化・省人化、作業の単純化、過酷な作業環境からの解放のため、場所打ちに代わる新技術の早急な開発と建設現場への普及が求められている。

このような背景のなかで、コンクリート工の合理化施工の方法のひとつとしてプレハブ化が注目を集めているが、従来その適用範囲は中小規模のコンクリート構造物に限られていた。このため、コンクリート構造物のプレハブ化の推進にあたっては、その適用範囲の大型化が課題のひとつとしてあげられていた。

ところで、大型コンクリート構造物のプレハブ化には、次のような方法が考えられる。ひとつは対象構造物を分割しただけの形状部材、つまりコンクリート二次製品を用いこれを現場で組立・接合することにより対象構造物を構築する工法であり、もうひとつはプレキャスト型枠を現場で組み立てその中に二次コンクリートを打設し、施工後も型枠を取り外さずそのまま構造物の外壁とする工法である。

そこで、建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業における施工新技術の開発」の一環として、平成2年度から平成6年度までの5年間で「コンクリート二次製品の設計・施工技術の開発に関する研究」において、プレハブ化の2方法のうち前者を取り上げ、建設省土木研究所、財団法人先端建設技術センター及び民間企業10社で大型コンクリート構造物を対象としたプレハブ化について共同研究を実施した。

本報告書は、本共同研究における5年間の本共同研究の成果を踏まえ、現場での確な設計・施工の実施を図ることを目的に「コンクリート二次製品設計施工に関する技術資料」としてとりまとめたものである。本技術資料で対象とした構造物は、場所打ちで施工されている逆T型、L型等の鉄筋コンクリート造擁壁、大型ボックスカルバート構造物で、延長方向及び鉛直方向に分割したプレキャスト部材を大型の施工機械を用いて据付け、組み立て構築するものであり、鉛直方向の継手部にはモルタル充填継手を適用したものである。

なお、本共同研究に関する報告書としては、本報告書のほか「コンクリート二次製品の設計・施工技術の開発(Ⅰ) 共同研究報告書124号」があり、本技術資料の作成のもとになった本共同研究の成果について報告をしているので、こちらのほうも参照することが望ましい。

最後に、本技術資料のとりまとめにあたり、ご指導、ご鞭撻を頂いた合理化施工分科会、プレキャストコンクリートワーキンググループの委員の方々に、深く感謝の意を表する次第である。

目 次

I. 共通編	1
1. 総 論	1
1. 1 概 説	1
1. 2 適用範囲	1
1. 3 用語の定義	3
2. 設計に関する一般事項	4
2. 1 設計の基本	4
2. 2 荷 重	4
2. 3 使用材料	4
2. 4 材料強度および許容応力度	4
3. 施工に関する一般事項	5
3. 1 施工の基本	5
3. 2 コンクリート二次製品の製作	5
3. 3 運搬・据付	5
3. 4 品質管理	5
II. 擁壁編	6
1. 適用範囲	6
1. 1 対象とする擁壁の種類	6
1. 2 適用条件の範囲	6
2. 設 計	7
2. 1 設計の基本方針	7
2. 2 設計の流れ	8
2. 3 荷 重	10
2. 3. 1 死荷重	10
2. 3. 2 活荷重	10
2. 3. 3 土 圧	11
2. 3. 4 地震荷重	13
2. 3. 5 その他の荷重	13
2. 3. 6 荷重の組合せ	14
2. 4 材料特性	14
2. 4. 1 コンクリート	14
2. 4. 2 鋼 材	15

2. 5	材料強度および許容応力度	16
2. 5. 1	コンクリート	16
2. 5. 2	鉄筋	17
2. 5. 3	モルタル充填継手	18
2. 5. 4	許容応力度の割増し	20
2. 6	断面力の算定	21
2. 6. 1	断面力の算定方法	21
2. 7	接合部の設計方法	24
2. 7. 1	分割方法	24
2. 7. 2	横断方向接合部の設計方法	25
2. 7. 3	縦断方向接合部の設計方法	25
2. 8	排水工の設計	26
2. 9	構造細目	26
2. 9. 1	スリーブの寸法	26
2. 9. 2	かぶり	27
2. 9. 3	鉄筋のあき	28
2. 9. 4	異種径の継手	28
2. 9. 5	モルタルの充填方法および時期の指定	29
3.	製 作	30
3. 1	製作方法	30
3. 2	製作材料	31
3. 3	貯 蔵	33
4.	施 工	34
4. 1	施工計画	34
4. 1. 1	施工計画概要	34
4. 1. 2	施工条件	35
4. 2	施工機械	36
4. 2. 1	運搬据付装置	36
4. 3	基礎工	41
4. 4	運搬・仮置き	41
4. 5	敷設工	42
4. 5. 1	敷設手順	42
4. 5. 2	敷設方法	43
4. 5. 3	据付精度	44
4. 5. 4	接合工	45
4. 6	裏込め工	47
4. 7	維持・管理	48
5.	品質管理・出来形管理	49
5. 1	基本方針	49
5. 2	材料品質試験および検査	50

5. 3	部材出来形検査	51
5. 4	モルタル充填継手の管理	52
5. 5	完成構造物検査	52
Ⅲ. ボックスカルバート編		53
1.	適用範囲	53
2.	設 計	54
2. 1	設計の基本方針	54
2. 2	設計の流れ	55
2. 3	荷 重	55
2. 3. 1	死荷重	55
2. 3. 2	活荷重	56
2. 3. 3	衝撃荷重	57
2. 3. 4	土 圧	58
2. 3. 5	水 圧	59
2. 3. 6	浮 力	59
2. 3. 7	その他の荷重	59
2. 3. 8	荷重の組合せ	60
2. 4	材料特性	61
2. 4. 1	コンクリート	61
2. 4. 2	鋼 材	62
2. 5	材料強度および許容応力度	63
2. 5. 1	コンクリート	63
2. 5. 2	鉄 筋	64
2. 5. 3	P C 鋼材	65
2. 5. 4	モルタル充填継手	65
2. 6	断面力の算定	66
2. 6. 1	断面力の算定方法	66
2. 6. 2	隅角部の設計曲げモーメント	66
2. 6. 3	せん断応力度の照査方法	67
2. 7	接合部の設計方法	68
2. 7. 1	分割方法	68
2. 7. 2	横断方向接合部の設計方法	69
2. 7. 3	縦断方向接合部の設計方法	70
2. 8	防水工の設計	71
2. 9	構造細目	72
2. 9. 1	スリーブの寸法	72
2. 9. 2	かぶり	72

2. 9. 3	鉄筋のあき	73
2. 9. 4	異種径の継手	74
2. 9. 5	モルタルの充填方法および時期の指定	74
3.	製 作	75
3. 1	製作方法	75
3. 2	製作材料	75
3. 3	貯 蔵	76
4.	施 工	77
4. 1	施工計画	77
4. 1. 1	施工計画概要	77
4. 1. 2	施工条件	77
4. 2	施工機械	78
4. 2. 1	運搬据付け装置	78
4. 3	基礎工	81
4. 4	運搬・仮置き	81
4. 5	敷設工	82
4. 5. 1	敷設手順	82
4. 5. 2	敷設方法	84
4. 5. 3	据付精度	84
4. 5. 4	接合工	85
4. 5. 5	防水工	88
4. 6	裏込め工	89
5.	品質管理・出来形管理	90
5. 1	基本方針	90
5. 2	材料品質試験および検査	91
5. 3	部材出来形検査	92
5. 4	モルタル充填継手の管理	93
5. 5	P C 鋼材の緊張管理	93
5. 6	P C グラウトの管理	94
5. 7	完成構造物検査	94
6.	維持管理	96
6. 1	基本方針	96
6. 2	点 検	97
6. 3	清 掃	98
6. 4	補 修	98

[参考資料]

1.	二次製品部材出来形検査の許容差	101
2.	道路土工における車両の大型化への対応	102
3.	継手部の曲げせん断試験	107
4.	実物大組立実験	117

コンクリート二次製品設計施工に関する技術資料

I. 共 通 編

II. 擁 壁 編

III. ボックスカルバート編

1. 共通編

1. 総論

1. 1 概説

コンクリート二次製品設計施工に関する技術資料（以下、「本技術資料」という）は、対象構造物を延長（長手）方向及び断面方向に分割した部材（プレキャストコンクリート）を用い、これを現場で大型の施工機械を用いて組立てて接合し構築する工法について、設計及び施工上の留意しなければならない事項について取りまとめたものである。

【解説】本技術資料は、大型プレハブ工法のひとつとしてプレキャストコンクリートを用いて擁壁及びボックスカルバートを構築する工法の設計及び施工に関する手引き書として、その標準を示すものである。

プレキャストコンクリートを用いた工法の適用に当たって、従来の場所打ちコンクリートによる工法と比較して特に留意すべき主な項目は以下の通りである。そこで、本においてもこれらの項目について、詳述し、実際の工事における確実な設計・施工が可能になるように取りまとめたものである。

解表 1. 1. 1 設計及び施工で留意すべき主な項目

設計に関する項目	施工に関する項目
・ 分割・接合方法 ・ 接合部・強度 ・ プレキャストコンクリートの強度 ・ 組立時の強度 ・ 耐久性	・ 施工条件 ・ 施工手順 ・ 運搬・組立の方法 ・ 製造法 ・ 配筋方法 ・ 施工機械 ・ モルタル充填 ・ 据付精度

1. 2 適用範囲

本技術資料は、擁壁及びボックスカルバートを延長（長手）方向及び断面方向に分割したプレキャストコンクリートを用いて、構築する工法に適用するものとする。

【解説】本技術資料は大型プレハブ工法のひとつとしてプレキャストコンクリートを用いて擁壁及びボックスカルバートを構築する工法の設計及び施工に適用するものである。

本技術資料は条文と解説から構成されているが、解説は本文の理解を深め、その適用に当たって判断を誤ることのないよう、として定めた内容の説明、その背景、事例等を述べたものである。従って、適用にあたっては、解説の数値、計算式等は条文で規定したものを除いて、当然他の適当な手法等の使用を妨げるものではないが、本の意図するところを尊重し、適切な設計・施工を行うようにする必要がある。

また、擁壁及びボックスカルバートに関連する技術基準は、下記にあげるものがあるので、本で述べられていない部分はこれらを参照し、実状に適應するように設計施工を行うようにする必要がある。

- ・建設省制定 土木構造物標準設計（昭和62年 7月） 全日本建設技術協会
- ・土木工事安全施工技術指針（昭和63年） 建設省
- ・下水道工事施工管理指針と解説（1989年） 社団法人 日本下水道協会
建設省都市局下水道部監修
- ・土木工事共通仕様書（平成 5年 4月） 日本道路公団
- ・施工管理要領基準集（平成 1年11月） 日本道路公団
- ・道路土工 擁壁・カルバート仮設構造物工指針（昭和62年 5月） 日本道路協会
- ・道路土工 施工指針（昭和61年11月） 日本道路協会
- ・道路土木要綱（平成 2年 8月） 日本道路協会
- ・共同溝設計指針（昭和61年 3月） 日本道路協会
- ・道路橋示方書・同解説 I・Ⅲ・Ⅳ（平成 2年 2月） 日本道路協会
- ・コンクリート標準示方書（平成 3年） 土木学会
- ・鉄筋継手指針（昭和57年 2月） 土木学会
- ・P C工法設計施工指針（要領）（案）（昭和54年） 土木学会
- ・鉄筋コンクリート製プレキャストボックスカルバート道路埋設指針（平成 3年 7月）
国土開発技術研究センター・全国ボックスカルバート協会
- ・その他

1. 3 用語の定義

本技術資料における用語は以下の通りである。

- あ 被 き：互いに隣合って配置される鉄筋あるいは緊張材、シースの純間隔
- り：鉄筋あるいは緊張材、シースの表面とコンクリート表面の最短距離で計ったコンクリートの厚さ。
- シ ー ス：ポストテンション方式のプレストレストコンクリート部材において緊張材を収容するため、予めコンクリート中にあけておく穴を形成する為の筒。
- プレキャスト
コンクリート：工場または現場の設備により、あらかじめ製造されたコンクリート部材または製品。
- モルタル充填継手：スリーブといわれる円筒型部材にモルタルを充填し、その硬化により鉄筋を継ぐ方法。

2. 設計に関する一般事項

2. 1 設計の基本

本技術資料に従って設計を行うにあたっては、構造物の安全性・使用目的との適合性・施工および維持管理の容易さ・経済性・環境との調和などを考慮しなければならない。

設計計算にあたっては、構造物の強度・変形・安定などを検討し、適当な安全度を確保するものとする。

【解説】設計に対する基本理念を示したものである。本技術資料の規定に従って設計の具体的作業を進めるにあたっては、ここに示す基本理念を常に留意しなければならない。

2. 2 荷 重

利用目的および建設地点の諸条件に応じて適切な荷重の種類を選択し、その内容については十分に吟味すること。

【解説】荷重の種類は、構造物の利用目的によって異なるものであり、さらに建設地点の諸条件などによっても異なるので、本技術資料に従って適宜選定しなければならない。

擁壁に作用する荷重には、自重・載荷重・土圧のほか、浮力・衝撃力・水圧・積雪荷重および地震による荷重などが考えられる。

また、ボックスカルバートに作用する荷重には、死荷重・活荷重・衝撃・土圧・水圧およびプレストレス力などが考えられる。

2. 3 使用材料

使用材料および部材は、設計上必要な機能が十分発揮できるものであり、それぞれの材料および部材が互いに悪影響を与えないものとする。また、使用材料は目的に適合した品質が保証されるものとする。

【解説】本技術資料により設計する擁壁およびボックスカルバートに使用する主材料は、コンクリート・鉄筋・P C鋼材などがある。これらの品質については、『コンクリート標準示方書』（土木学会、以下『標準示方書』と略す）などを始めとする各種指針に準じるものとする。

2. 4 材料強度および許容応力度

使用材料の強度および許容応力度は、本技術資料に示す値とする。

【解説】本技術資料での設計は、許容応力度法に基づいて行うこととし、使用する材料の特性、強度および許容応力度は『標準示方書』などの指針に準じるものとする。

3. 施工に関する一般事項

3. 1 施工の基本

本技術資料に従って、施工を行うにあたっては、設計図書の内容を十分理解し忠実でなければならない。

【解説】施工に着手する場合に関連する図書として、設計図、仕様書、工費内訳書、施工計画書、および応力計算書があり、これらを検討、理解したうえで、施工に着手する必要がある。

3. 2 コンクリート二次製品の製作

本技術資料は擁壁及びボックスカルバート製品の製作に関する材料、製作方法、品質及び検査、貯蔵方法について適用するものとする。

【解説】擁壁及びボックスカルバートは、本技術資料により製作されるものとする。

3. 3 運搬・据付

本製品は重量構造物であり、その運搬、据付は本技術資料に従って行い、その取扱いに十分注意を払い、製品を傷つけることなく的確な作業を行うものとする。

【解説】本製品にあたっては、運搬を避けることはできず、それに付随した作業を行う際は、本技術資料ならびに適用示方書に準じる。

3. 4 品質管理

本技術資料の品質管理基準は、二次製品工場において製作される製品として行うこととする。

【解説】製品の製作は、二次製品工場において行われることとするため、それ以外の場所で製作する場合は、品質管理基準は別途定めるものとする。

II. 擁壁編

1. 適用範囲

1. 1 対象とする擁壁の種類

対象とするプレキャスト擁壁は、逆T型・L型などの版状の擁壁とする。

【解説】擁壁には、石積・ブロック積・重力式・もたれ式・片持梁式・控え壁式・支え壁式など多種類のものがあるが、ここではプレキャスト化の容易な逆T型・L型などの版状の擁壁を対象とする。

1. 2 適用条件の範囲

本技術資料で対象とするプレキャスト擁壁は、鉄筋コンクリート構造で全高で5 m～8 m程度の大型擁壁である。

なお、当面は道路などの土木事業に用いる擁壁を対象とする。

【解説】擁壁を設計・施工する場合、地盤条件・環境条件などの諸条件は多様であり、すべてについて考え方を示すのは困難である。したがって、本技術資料に記述のない事柄に関しては、ここで述べる基本的な考え方を理解し、合理的な設計・施工を行うことが必要である。

2. 設計

2. 1 設計の基本方針

プレキャスト擁壁の設計は、許容応力度法に基づいて行うこととする。

【解説】限界状態設計法は、構造物または部材が設計耐用期間中にその機能を果たさなくなり、設計の目的を満足しなくなるすべての限界状態について検討することを原則とした合理的な設計法であるが、実務レベルでは広く採用されていないことから、本技術資料においても許容応力度設計法に基づいて設計を行うこととした。

したがって、プレキャスト擁壁の部材の安全の確認は、考えられる荷重の組合せに対して、コンクリートおよび鉄筋の応力度がそれぞれの許容応力度以下であることを照査することにより行うものとする。

なお、本技術資料に記載されている事項は平成7年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震以前の知見をもとに作成されたものであり、この阪神大震災による新しい知見により既往の指針、規準類が変更される場合、あるいは通達等によって荷重、構造細目等が見直される場合には、本技術資料もこれに倣うものとする。

2. 2 設計の流れ

プレキャスト擁壁の設計を行う場合は、図2. 2. 1に示す設計手順によるものとする。

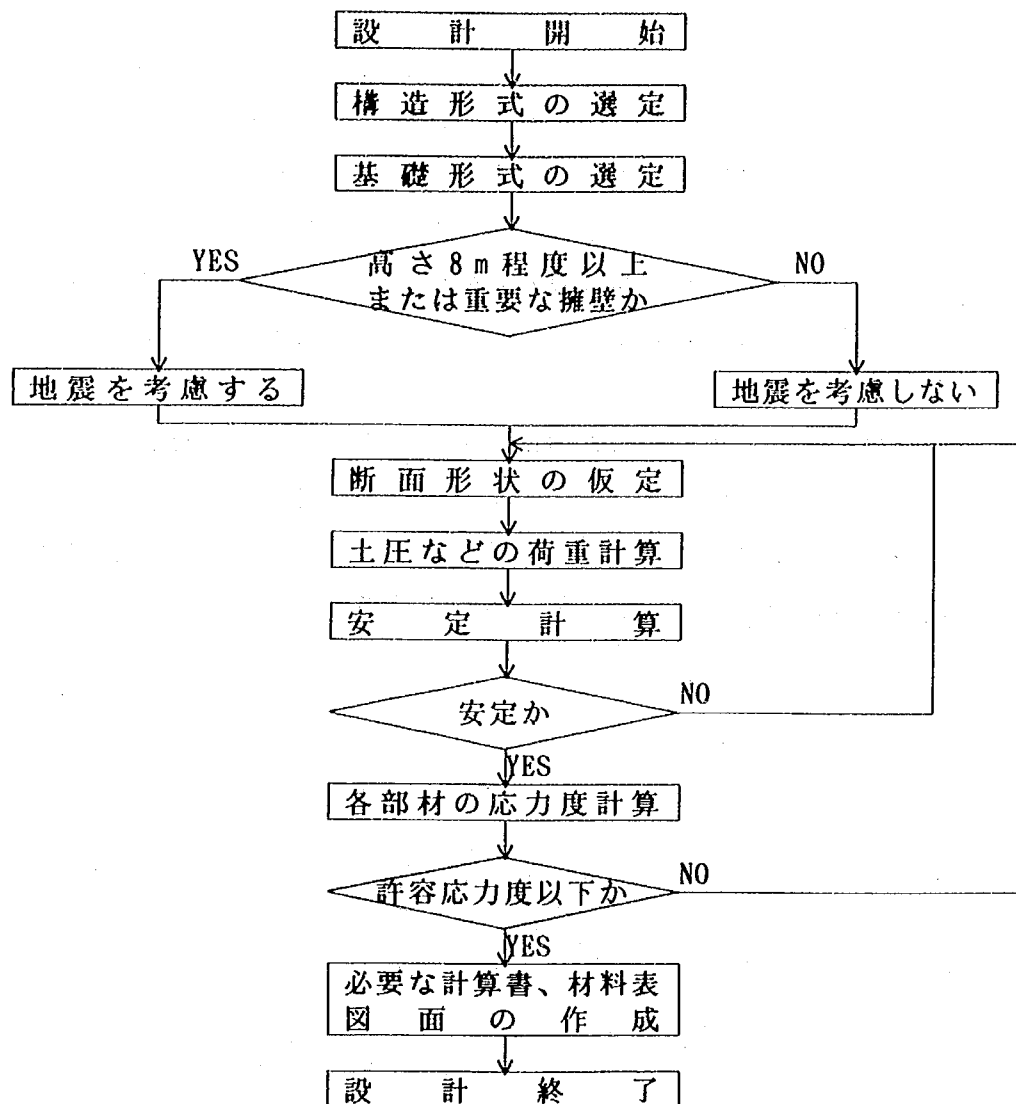


図2. 2. 1 設計の流れ

【解説】図2. 2. 1は、通常の現場打ち擁壁の設計を行う場合の流れを示したものであり、プレキャスト擁壁を設計する場合にも同じ手順で行ってよいことを示したものである。ただし、図2. 2. 1中の安定計算に係わる部分については、『道路土工 擁壁・カルバート・仮設構造物工指針』（日本道路協会、以下『道路土工指針』と略す）に準じて別途検討するものとする。

また地震荷重考慮の要否の判定は、『道路土工要綱』では解表2. 2. 1のように取り扱われている。

解表 2. 2. 1 地震荷重考慮の要否の判定

	擁壁高さ (H)		
	x m 低い← 8 m →高い		
地震荷重考慮の要否の判定	一般の場合、地震の影響は考慮しなくてよい。	重要度が高い場合は、地震の影響を考慮する。	地震の影響を考える。

x m : 擁壁の重要度または連続性によって変化する。

建設省の標準設計では 5 m を目安としている。

さらに擁壁の重要度については、次のような場合には一般的に重要度が高いと考えるとしている。

- ① 鉄道や道路（農道などの交通量の少ない道路は除く）に面して設けられる場合
- ② 家屋に接するか、近い将来接する可能性のある場合
- ③ 万一の場合に地域の状況から復旧面で困難が伴うと考えられる場合

したがって、これらのケースに該当すると考えられる場合には、地震時の検討を行うものとする。

2. 3 荷重

2. 3. 1 死荷重

(1) 死荷重の算出には、次に示す単位体積重量を用いてもよい。ただし、実重量が明らかなものは、その値を用いるものとする。

鉄筋コンクリート 2.50 tf/m^3

無筋コンクリート 2.35 tf/m^3

(2) 土の単位体積重量は、土質試験結果をもとにして決定することが望ましいが、高さが8 m程度以下のプレキャスト擁壁では、土質試験によらないで、表2. 3. 1の値を用いてもよい。

表2. 3. 1 裏込め土の種類および単位体積重量
(tf/m^3)

裏込め土の種類	単位体積重量
礫質土	2.0
砂質土	1.9
シルト、粘性土(ただし、 $w_L < 50\%$)	1.8

【解説】(1)について 材料の単位体積重量は個々の場合で異なり、できればあらかじめ実重量を明らかにするのが望ましいが、一応の標準を示す意味で、この条に示す値を採用した。

(2)について 土圧の計算に使用する土の単位体積重量 γ (tf/m^3)は、施工箇所から採取した土質試料を用いて求めるべきであるが、高さが8 m程度以下のプレキャスト擁壁では、『道路土工指針』に準拠して表2. 3. 1の値を用いてもよいこととした。

2. 3. 2 活荷重

活荷重は、 $q=1.0 \text{ tf/m}^2$ を載荷する。

2. 3. 3 土圧

プレキャスト擁壁のたて壁に作用する土圧力は、試行くさび法により算定するものとする。

なお、高さが8 m程度以下のプレキャスト擁壁で土質試験を行うことが困難な場合には、表2. 3. 2に示す値を用いて土圧を算定してもよい。

表2. 3. 2 土圧算定に用いる土質定数

裏込め土の種類	内部摩擦角(ϕ)	粘着力(c)注 ²⁾
礫質土注 ¹⁾	35°	————
砂質土	30°	————
シルト、粘性土(ただし、 $w_L < 50\%$)	25°	————

注1)きれいな砂は礫質土の値を用いてよい。

注2)計算上は、粘着力 c を無視する。しかし、実際には粘着力 c が存在するので、内部摩擦角 ϕ より急勾配のり面も存在する。

【解説】試行くさび法は、解図2. 3. 2に示すように裏込め土中にプレキャスト擁壁のたて壁とかかと版の交点を通る任意の平面すべり面を仮定し、それぞれのすべり面において土くさびに対する力のつりあいから土圧を求め、そのうちの最大値を主働土圧合力 P_A とする土圧算定法である。

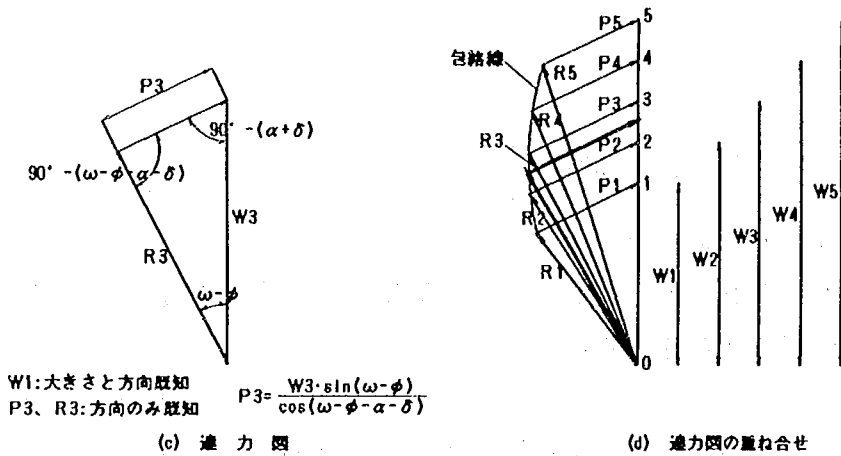
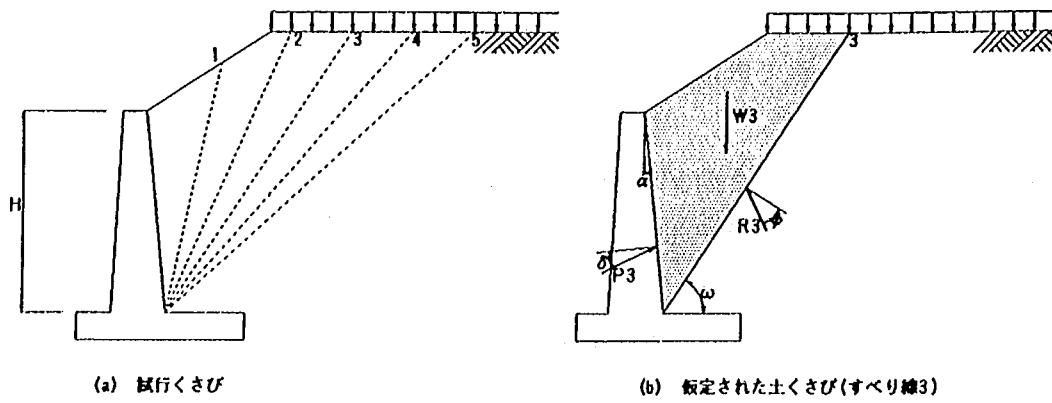
主働土圧合力 P_A の作用位置は、たて壁のつけ根より $H/3$ の点とする。

また、 P_A の水平成分 P_H および鉛直成分 P_v は、(解式2. 3. 1)および(解式2. 3. 2)で与えられる。

$$P_H = P_A \cdot \cos(\alpha + \delta) \quad (\text{解式2. 3. 1})$$

$$P_v = P_A \cdot \sin(\alpha + \delta) \quad (\text{解式2. 3. 2})$$

なお土圧の計算に使用する土質定数は、施工箇所から採取した土質試料を用いて求めるべきであるが、高さが8 m程度以下のプレキャスト擁壁では、『道路土工指針』に準拠して表2. 3. 2の値を用いてもよいこととした。



ここに、H：土圧計算に用いる壁高(■)
W：土くさびの重量(tf/■)
R：すべり面に作用する反力(tf/■)
P：土圧合力(tf/■)
α：壁背面と鉛直面のなす角(°)
φ：裏込め土の内部摩擦角(°)
δ：壁面摩擦角(解表2.3.1による)(°)
ω：仮定したすべり線と水平面のなす角(°)

解図2.3.2 試行くさび法

解表2.3.1 壁面摩擦角

擁壁の種類	計算の種類	摩擦角の種類	壁面摩擦角
逆T型 L型	部材計算	土とコンクリート	$\frac{2}{3}\phi$

2. 3. 4 地震荷重

高さが8 m以上のプレキャスト擁壁、倒壊が付近に重大な損害を与えたりその復旧がきわめて困難であるようなプレキャスト擁壁、迂回路のない道路に設置されるプレキャスト擁壁など重要度が高いと考えられるプレキャスト擁壁については、地震を考慮した設計を行うものとする。

【解説】本技術資料で対象としている通常のプレキャスト擁壁では、地震による荷重の増大は、常時の設計計算において考慮の対象にならない抵抗で補うと考えられるため、一般には地震時の設計計算を行わないでよいこととした。しかし、条文で示すようなプレキャスト擁壁では、地震時の検討を行う必要がある。

この場合の地震荷重の考慮の仕方は、『道路土工指針』に準ずるものとする。

なお、地震荷重の考え方は、2. 1【解説】文中に示したように阪神大震災以前の知見をもとにしたものであり、この大震災の被害状況、調査状況から得られた新しい知見により地震荷重の考え方に変更があった場合にはこれに倣うものとする。

2. 3. 5 その他の荷重

プレキャスト擁壁に作用する荷重には、自重、載荷重、土圧、地震荷重のほかに、浮力、衝撃力、水圧、積雪荷重、温度変化の影響等があり、これらの荷重が特に問題となる場合はそれらの影響を考慮しなくてはならない。

【解説】プレキャスト擁壁の設計を行う場合に考慮すべき荷重について述べたものである。荷重値の設定には、『道路橋示方書 Ⅰ共通編』などを参考にするといよい。

2. 3. 6 荷重の組合せ

プレキャスト擁壁の断面力の算定に用いる荷重は、自重、載荷重および土圧の組合せとする。また、地震を考慮する場合は、自重、地震時土圧および地震時慣性力の組合せとする。これ以外の荷重を考慮する場合は、必要に応じてそれらの影響を考慮するものとする。

表 2. 3. 3 荷重の組合せ

	自 重	載荷重	土 圧	地震時慣性力	その他荷重
常 時	○	○	○		△
地震時	○		○	○	△

注) ○はその組合せにおいて必ず考慮すべき荷重を、また△は必要に応じて考慮すべき荷重を示した。

【解説】プレキャスト擁壁の設計においては、この条に示す荷重の組合せに対する応力度がその組合せにおける許容応力度をこえないようにしなければならない。

なお、たて壁の応力度計算の際には、自重を無視する（軸力は考慮しない）ものとする。

2. 4 材料特性

2. 4. 1 コンクリート

(1) ヤング係数

弾性変形の算出などの設計計算に用いるヤング係数は、表 2. 4. 1 に示す値とする。

表 2. 4. 1 コンクリートのヤング係数
(kgf/cm²)

設 計 基 準 強 度	300	400
ヤング係数 (×10 ⁶)	2.8	3.1

鉄筋コンクリート部材の応力度算出に用いるヤング係数比 n は 1.5 とする。

(2) 熱膨張係数

熱膨張係数は、一般に $10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ とする。

【解説】 (1) について 表 2. 4. 1 に示された値は、全国を調査した結果を平均した

ものであり、骨材の種類と品質の程度によって大きく変動することが知られている『標準示方書』より抜粋)。コンクリートのヤング係数は、特にプレキャスト擁壁のように片持ち版で設計される構造物においては安全性に及ぼす影響は小さいが、ヤング係数の値が設計計算等に大きな影響を与える場合には、諸条件を十分に吟味し、必要ならば実際に使用する材料を用いて実測した値を用いるのが望ましい。

なお、コンクリートの設計基準強度は、プレキャスト擁壁の部材の製作を工場で行うことを前提としているため、 $300\sim 400\text{kgf/cm}^2$ とした。部材を現場製作とする場合のコンクリートのヤング係数は、『標準示方書』、『道路土工指針』等に倣ってよい。

(2) について この条は温度変化による応力の算出に必要なコンクリートの熱膨張係数(線膨張係数)を示したものである。

2. 4. 2 鋼材

(1) ヤング係数

鋼材のヤング係数は、一般に表 2. 4. 2 に示す値とする。

表 2. 4. 2 鋼材のヤング係数

鋼材の種類	ヤング係数
鉄筋	$2.1 \times 10^6 (\text{kgf/cm}^2)$

(2) 熱膨張係数

熱膨張係数は、一般に $10 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ とする。

【解説】(1) について 鋼材のヤング係数は測定方法等の要因でばらつくが、一般的に $1.9\sim 2.1 \times 10^6 \text{kgf/cm}^2$ の範囲にある。異形鉄筋のヤング係数の実測値は、表面形状の影響で表 2. 4. 2 に示す値よりも小さいが、鋼材のヤング係数の値の相違が、部材断面の応力度、部材の変形等の計算結果に及ぼす影響は比較的小さいため、従来から用いられている鋼材のヤング係数の値を用いてよいこととした。

(2) について 鋼構造物における鋼材および鋼コンクリート合成桁における鋼材の熱膨張係数(線膨張係数)は、一般に $12 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ であるが、コンクリート中の鋼材は、コンクリートの熱膨張係数と同じ値としてもよいことにした。

2. 5 材料強度および許容応力度

2. 5. 1 コンクリート

(1) 鉄筋コンクリート部材に対する許容曲げ圧縮応力度は、表 2. 5. 1 に示す値とする。

表 2. 5. 1 コンクリートの材料強度および許容曲げ圧縮応力度
(kgf/cm²)

コンクリートの設計基準強度 応力度の種類	σ_{ck}	300	400
許容曲げ圧縮応力度	σ_{ca}	110	140

(2) コンクリート部材に対する許容せん断応力度は、表 2. 5. 2 に示す値とする

表 2. 5. 2 コンクリートの材料強度および許容せん断応力度
(kgf/cm²)

コンクリートの設計基準強度 応力度の種類	σ_{ck}	300	400
許容せん断応力度	τ_a	4.5	5.5

(3) コンクリートの許容付着応力度は、直径32mm以下の鉄筋に対して表 2. 5. 3 の値とする。

表 2. 5. 3 コンクリートの許容付着応力度
(kgf/cm²)

コンクリートの設計基準強度 鉄筋の種類	σ_{ck}	300	400
異形棒鋼	τ_{oa}	18.0	20.0

【解説】鉄筋コンクリート製のプレキャスト部材を設計するときに用いる許容応力度は、主として各種応力に対するコンクリートおよび鉄筋の強度、その他の性質をもととして、荷重状態に応じてこれを定めるが、設計計算上の仮定、構造細目、施工方法、構造物の種類と重要度、部材の構造物における重要度等も考えて定めなければならない。また、部材が破壊に対して安全であるばかりでなく、設計荷重を受けたときの変形およびひび割れ等をも考慮しなければならない。

2. 5. 1 および 2. 5. 2 に規定した許容応力度は、これらのことを考えて、一般の標準値を示したものである。実際の設計にあたって用いる許容応力度は、その構造物の重要度、荷重の性質、地方的条件、施工条件等を考えて、安全で経済的な設計が得られるように、これらに定めた値以下で適当にこれを定めなければならない。

条文における許容応力度は基本的には『道路土工指針』に準拠して定めたが、コンクリート品質の向上により『標準示方書』では許容応力度を表 2. 5. 1 のように修正しており、本技術資料でもこれに倣うこととした。

また、コンクリートの設計基準強度については、2. 4. 1 コンクリートのヤング係数同様、プレキャスト擁壁の部材の製作を工場で行うことを前提とし、 $300 \sim 400 \text{ kgf/cm}^2$ とした。部材を現場製作とする場合のコンクリートの許容応力度は、『標準示方書』等に倣ってよい。

2. 5. 2 鉄筋

鉄筋の許容応力度は、表 2. 5. 4 に示す値とする。

表 2. 5. 4 鉄筋の許容応力度

(kgf/cm^2)

鉄筋の種類			SD295A	SD345
応力度、部材の種類			SD295B	
許 容 引 張 応 力 度	荷重の組合せに衝突荷重、地震の影響を含まない場合の基本値	(1)一般の部材	1,800	1,800
		(2)水中あるいは地下水位以下に設ける部材	1,600	1,600
	(3)荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		1,800	2,000
	(4)鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合の基本値		1,800	2,000
	(5)許容圧縮応力度		1,800	2,000

【解説】本条についても『道路土工指針』に準拠して定めたものである。ただしプレキャスト擁壁に使用されることがない、丸鋼(SR235)についての許容応力度は削除した。

2. 5. 3 モルタル充填継手

モルタル充填継手の許容引張応力度は、継手位置が一断面に集中するため、静的耐力性能、施工等に起因する信頼度を考慮して、鉄筋母材の値の90%とする。

【解説】本技術資料で対象としているプレキャスト擁壁の場合、その接合箇所は1箇所となるため、モルタル充填継手の継手位置も一断面に集中することになる。『鉄筋継手指針』によれば、継手位置の集中がある場合の許容応力度の低減は以下のように考えている。

評価指針によって継手性能が評価され、かつ所定の施工管理が行われる継手の許容応力度は、一般の場合、以下のとおりとする。

①継手の許容引張応力度は、評価指針に規定する静的耐力性能、A級、B級、C級につき、それぞれ鉄筋母材の値の100%、80%、60%以下とする。

②継手の集中度が1/2を超える場合、継手部の許容引張応力度は、継手の種類に応じ、評価指針に規定する施工等に起因する信頼度を考慮して適宜これを低減するものとする。

ここで静的耐力性能は、解表2. 5. 1の3つの級に分類されている。

解表2. 5. 1 静的耐力性能の分類

	A 級	B 級	C 級
強 度	母材の規格降伏点の135%以上または母材の規格引張強さ以上	母材の規格降伏点の135%以上または母材の規格引張強さ以上	母材の規格降伏点以上
軸方向剛性	母材の規格降伏点の70%の応力に対し、軸方向剛性が母材以上、および母材の規格降伏点の95%の応力に対し、軸方向剛性が母材の90%以上	母材の規格降伏点の70%の応力に対し、軸方向剛性が母材の90%以上、および母材の規格降伏点の95%の応力に対し、軸方向剛性が母材の70%以上	母材の規格降伏点の50%の応力に対し、軸方向剛性が母材の90%以上、および母材の規格降伏点の95%の応力に対し、軸方向剛性が母材の50%以上
残留変形量	母材の規格降伏点の95%の応力を載荷後、同2%以内に除荷したときの残留変形量が0.3mm以下	母材の規格降伏点の95%の応力を載荷後、同2%以内に除荷したときの残留変形量が0.3mm以下	規 定 せ ず
許容引張応力度の低減	100%	80%	60%

本技術資料によってプレキャスト擁壁の設計施工を行う場合、使用するモルタル充填継手は、解表2.5.1中のA級としなければならない。

また、施工等に起因する信頼度は3段階に分類されており、各段階における継手部の許容引張応力度の低減は解表2.5.2に示す値を取る。

解表2.5.2 施工等に起因する信頼度と継手部の許容引張応力度の低減

	内 容	低 減
I 種	施工等に起因する信頼度が高い場合の区分であって、通常の施工管理のもとで確実に継手が所期の性能を発揮し得るもの	90%
II 種	継手の性能が若干天候の影響を受けたり、検査が必ずしも容易でないが、一般の場合には継手の所期の性能が得られ、かつ継手としての信頼度が高いもの	80%
III 種	継手の性能が現場の施工管理等にある程度影響されるが、十分な管理を行えば所期の性能が得られるもの	70%

これに対して、建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業における施工新技術の開発」のうち《コンクリート二次製品の設計・施工技術の開発に関する研究》では継手部の曲げせん断試験を平成4年度に実施し、一体打ち供試体との部材強度、変形性能等の比較検討を行っているが、モルタル充填継手試験体では載荷初期に若干の剛性低下が認められたものの、終局的な強度、変形性能等は一体打ち供試体と比べて何等遜色がなかったと報告している（巻末に同実験の報告資料を示す）。

同実験の報告によればモルタル充填継手部の許容応力度の低減は必要ないが、同実験がモルタル充填継手部の施工を確実に行ったものであること、また、プレキャスト擁壁が施工される現場条件の相違等を考慮して、解表2.5.1のA級(100%)と解表2.5.2のI種(90%)から、モルタル充填継手部の許容応力度は、鉄筋母材の $100\% \times 90\% = 90\%$ とした。

2. 5. 4 許容応力度の割増し

2. 5. 1 および 2. 5. 2 に示す許容応力度は、死荷重、活荷重、土圧など主荷重に対する値であり、地震の影響などの従荷重を考える場合には、表 2. 5. 5 に示すように許容応力度を割増しすることができる。

表 2. 5. 5 許容応力度の割増し

	許容応力度の割増係数
常 時	1.0
地震時	1.5

【解説】本条の許容応力度の割増しは、荷重の性質、荷重の組合せの頻度、構造物の安全性等を考え、従来の経験と実際の考慮に基づいて、これを定めたものである。

常時、地震時以外に、その他の荷重を考慮する場合の許容応力度の割増しは、『道路土工指針』、『道路橋示方書 IV 下部構造編』あるいは『標準示方書』等を参考にするとよい。

2. 6 断面力の算定

2. 6. 1 断面力の算定方法

(1) たて壁は、底版との接合部を固定端とする片持梁で、図2. 6. 1に示す土圧の水平分力による等変分布荷重を受けるものとし、一般に土圧の鉛直分力およびたて壁自重を無視して計算する。

この場合、各点における曲げモーメント M_x 、せん断力 S_x は、(式2. 6. 1)、(式2. 6. 2)により求める。

$$M_x = P_{hx} \cdot h_x \quad (\text{式2. 6. 1})$$

$$S_x = P_{hx} \quad (\text{式2. 6. 2})$$

ここに、 x : 壁頂より考えている断面A-Aまでの距離(m)

P_{hx} : 断面A-Aの上部に作用する単位幅当りの全土圧合力の水平成分(tf/m)

h_x : 断面A-Aから P_{hx} の作用点までの距離(m)

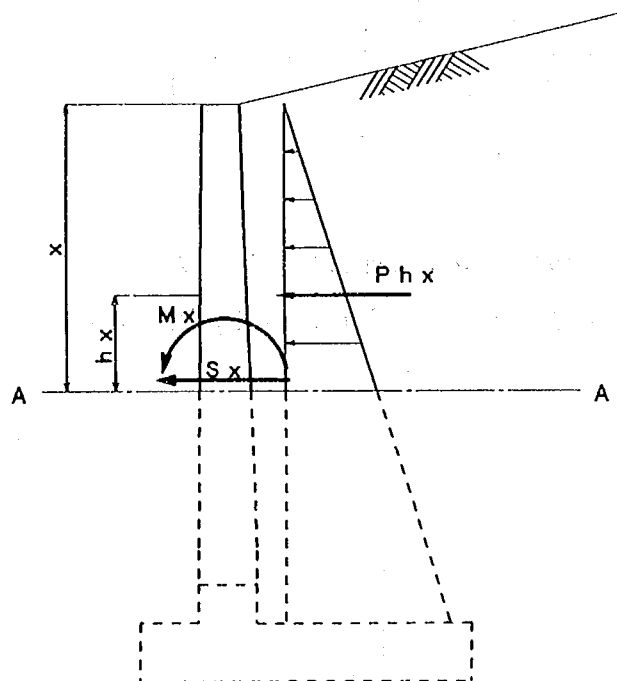


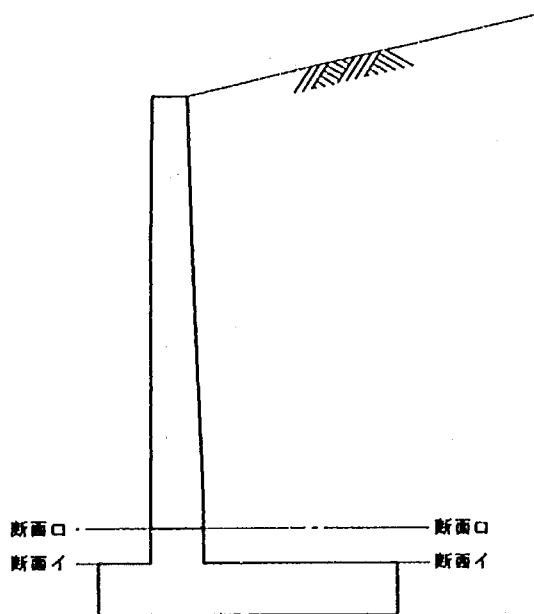
図2. 6. 1 設計断面力

(2) つま先版は、たて壁との接合部を固定端とする片持梁とみなし、たて壁と同様に設計する。

(3) かかと版は、つま先版同様たて壁との接合部を固定端とする片持梁として設計する。

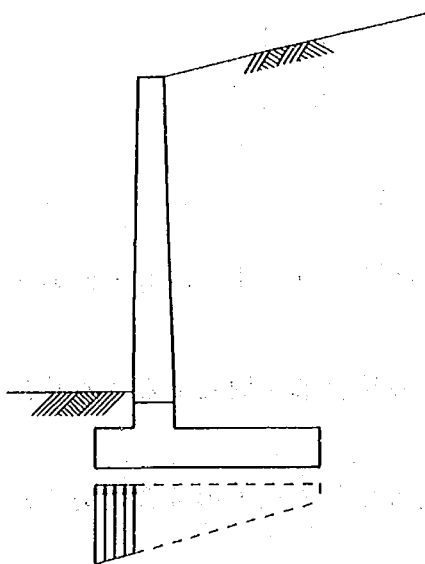
【解説】 (1) について たて壁の設計方法を示したものであるが、本技術資料によって

プレキャスト擁壁を設計する場合、少なくとも解図 2. 6. 1 に示す断面イ（たて壁つけ根部）および断面ロ（モルタル充填継手部）の 2 断面で応力度照査を行う必要がある。



解図 2. 6. 1 設計断面位置

(2) について つま先版に作用する外力は、解図 2. 6. 2 に示す上向きの地盤反力と下向きのつま先版自重を考慮するものとし、つま先版上部の土の重量は無視するものとする。



解図 2. 6. 2 つま先版に作用する荷重

(3) について かかと版に作用する外力は、解図 2. 6. 3 に示すかかと版上の土の重量、土圧の鉛直成分、地表面の載荷重、かかと版自重および地盤反力を考慮する。

なお、土圧の鉛直成分はこれと等価な三角形分布の土圧に置き換えるのが一般的である。

また、このようにして求めたかかと版つけ根における曲げモーメントは、たて壁のつけ根における曲げモーメントを超えないものとする。すなわち、通常の場合、解図 2. 6. 4 の点 "O" において、たて壁つけ根、つま先版つけ根およびかかと版つけ根の各曲げモーメントは、(解式 2. 6. 1) の関係にある。

$$M_1 = M_2 + M_3$$

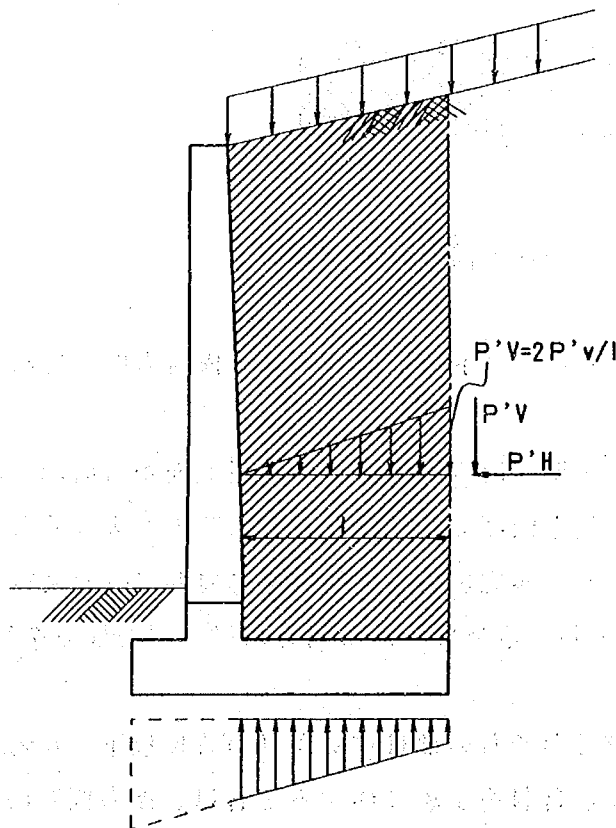
(解式 2. 6. 1)

ここに、 M_1 : たて壁つけ根の曲げモーメント

M_2 : つま先版つけ根の曲げモーメント

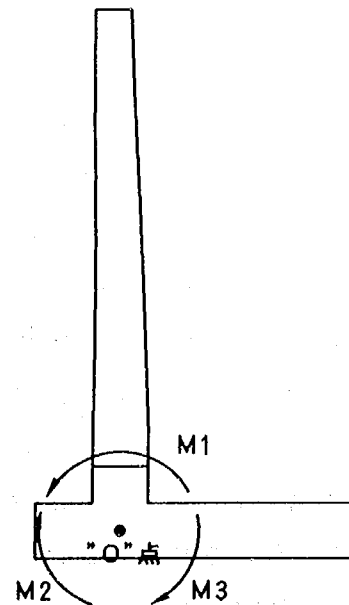
M_3 : かかと版つけ根の曲げモーメント

したがって、かかと版つけ根の曲げモーメントがたて壁つけ根の曲げモーメントより大きくなる場合 ($M_3 > M_1$)、設計計算に用いるかかと版つけ根の曲げモーメントはたて壁つけ根の曲げモーメントを用いる。



解図 2. 6. 3

かかと版に作用する荷重



解図 2. 6. 4

各曲げモーメントの関係

2. 7 接合部の設計方法

2. 7. 1 分割方法

横断方向分割方法は、構造的・施工性等を考慮し、図2. 7. 1に示す位置において分割（たて壁つけ根より400mm上がり）することを標準とする。図中 h の寸法は継手部の鉛直性を確保できるよう、スリーブの大きさを考慮して適宜これを定めるものとする。

また、縦断方向分割方法は、部材重量・サイズ等を考慮し、縦断方向長さ1mを標準とする。

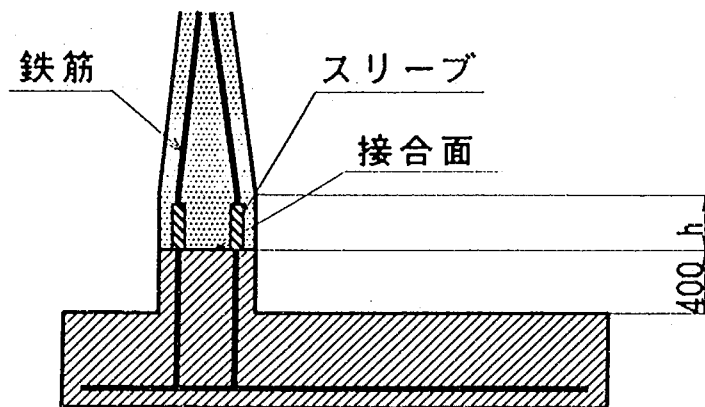


図2. 7. 1 横断方向の分割位置

【解説】本技術資料で設計施工を行うプレキャスト擁壁について、横断方向、縦断方向の分割方法を規定したものである。

横断方向の分割位置は、プレキャスト擁壁前面の埋め戻しが底版上面から概ね500mm程度であること、片持ち版で設計を行う際に最も曲げモーメント、せん断力が大きくなるつけ根をできるだけ避けたいこと、また、モルタル充填の施工性等を考慮して、たて壁つけ根から400mmを標準とした。これ以外に考えるべき条件がある場合には、別途検討を行って分割位置を決定する必要がある。

縦断方向の分割方法は、底版、たて壁それぞれの部材重量が10tf程度以下になることを目安としてこれを定めるのがよい。また、部材を工場製作する場合は、運搬経路の道路事情、運搬車両、あるいは現場搬入時の荷降ろし等についても十分な検討を行い、部材サイズを決定しなければならない。

2. 7. 2 横断方向接合部の設計方法

横断方向の接合面における鉛直主鉄筋の接合方法は、強度・耐久性・施工性等を考慮し、モルタル充填継手とする。

横断方向接合部の設計方法は、モルタル充填継手を用いるため鉄筋継手位置が集中するので、2. 5. 3で示したように鉄筋の許容引張応力度を母材の値の90%として断面計算を行うものとする。

【解説】横断方向の接合方法は、以下の項目に優れているため、モルタル充填継手とした。

- ・ 継手部分の耐久性に優れている。
- ・ 面の目開きやずれがない。
- ・ 鉄筋が連続しており、継手部分の強度に優れる。
- ・ 場所打ち部を設けない。

なお、2. 5. 3で示したように、横断方向は継手位置が集中するため、継手部における応力度照査は、許容応力度を鉄筋母材の値の90%として行うものとした。

継手部へのモルタルの注入は、4. 5. 4接合工に示すように、各ブロックごとの一括注入方式とした。ブロック間のモルタル漏出防止のための仕切は、モルタル仕切壁方式とゴムガスケットによる方法がある。ゴムガスケットによる方法を行う場合は、ゴムガスケット部が断面欠損となるので、応力計算時の断面幅を低減する必要がある。

2. 7. 3 縦断方向接合部の設計方法

縦断方向の接合方法は、施工性を考慮しプレート・ボルトを添接するものとする。

ただし、地震時の検討を行う必要がある場合、あるいは不等沈下が問題となる場合は鋼材等により縦断方向を接合するものとする。

【解説】これまでいわゆるコンクリート二次製品メーカーで製作されてきたプレキャスト擁壁の縦断方向の接合部には、プレート・ボルト等が添接されているが、この部材厚あるいはボルト径などは規準に準拠して計算されたものでなく、施工性を考慮して各社の経験によって定められたものであり、プレキャスト擁壁の高さが高くなっても同一の部材を使用していることが多い。また、施工区間中に極端に地盤が悪いところがあり、不等沈下が問題となる場合には、PC鋼材によって数ブロックを緊張する施工法が取られている。

プレキャスト擁壁の場合、つま先版、かかと版、たて壁の各部材はそれぞれ片持梁で設計されるため、転倒・滑動・支持力の安定が確保されていれば縦断方向の接合力不足が倒壊等の構造物の致命的な欠陥となることはない。したがって、地震を考慮しなくてもよいプレキャスト擁壁（解表2. 2. 1参照）の場合には、従来のプレート・ボルトによる添

接によって縦断方向の接合を行ってよいものとした。

ただし、高さが5 m～8 m程度でかつ重要度が高いと判断されるプレキャスト擁壁の場合すなわち地震時の検討を行う必要がある場合、あるいは不等沈下が問題となるような場合には、鋼材等により数ブロックを接合するものとした。このときの荷重は、別途考慮するものとする。

2. 8 排水工の設計

プレキャスト擁壁の設計に当たっては、背面に浸透した水によって土圧や水圧が増加することのないよう、水を排除するための排水工を設けるものとする。

【解説】水の浸透によりプレキャスト擁壁背面の土の含水量が増大すると、土の単位体積重量が増加したり、内部摩擦角および粘着力が減少したり、粘性土の含水膨張などが生じて土圧が増大する。また、水の浸透量が増加すれば、土圧に水圧が加わりプレキャスト擁壁の安全性が損なわれる原因ともなる。

したがって、プレキャスト擁壁の設計に当たっては、まず背面および基礎地盤に水が浸透するのを防ぐことが重要であるが、水の浸透を完全に防ぐことはできないため、背面に浸透した水によって土圧や水圧が増加することのないよう、水を排除するための排水工を設けるように定めたものである。なお、必要に応じてプレキャスト擁壁の縦断方向の排水についても検討を加える必要がある。

排水工の種類や設置方法は、『道路土工指針』を参考にするとよい。

2. 9 構造細目

2. 9. 1 スリーブの寸法

(1) スリーブは、継手部鉄筋の規格上の区分、ふし形状、継手が受ける応力状態、継手の重要度等に応じ、継手性能が保証された寸法のものでなければならない。

(2) スリーブの断面積は、スリーブの中央の溝のある部分で、鉄筋断面積の1.4倍以上を標準とする。

(3) スリーブ長さは原則として、鉄筋直径の14倍以上とする。

【解説】(1)について モルタル充填継手による鉄筋継手の性能は、用いるスリーブの長さおよび断面積によって左右される。継手が所定の性能を発揮するために必要となるスリーブの寸法は、鉄筋の規格上の区分および形状等によっていくぶん相違する。したがって、スリーブには、用いる鉄筋に応じて、所定の継手性能を満足することが保証された寸法のものを用いなければならない。

(2)について SD395の鉄筋の規格引張強度 57kgf/mm^2 は、『鉄筋継手指針』に規定されたスリーブの材質の規格降伏点 42kgf/mm^2 の1.36倍である。スリーブ断面積は、スリーブがダクタイル鋳鉄製またはそれと同等以上であることを考え、規格降伏点を基準とし鉄筋断面積の1.4倍以上とした。

(3)について 継手が解表2.5.1に規定する静的耐力性能A級の性能を発揮するためには、一方の鉄筋は少なくとも鉄筋直径の6.5倍(両方で13倍)スリーブ内に挿入される必要のあることが実験により示されている。実際には、鉄筋の切断ならびに組立などにおける施工誤差があるので、スリーブの長さは、鉄筋直径の14倍以上と定めている。

2.9.2 かぶり

鉄筋のかぶりの最小値は、表2.9.1に示す値とする。また、モルタル充填継手部についても、鋼製スリーブが鉄筋と同様コンクリートで十分に包まれるよう同様の値を確保するものとする。ただし鉄筋直径以上とする。

表2.9.1 鉄筋のかぶり

	鉄筋のかぶり
一般の環境	25mm
腐食性環境	40mm
特に厳しい腐食性環境	50mm

【解説】継手部に用いる鋼製スリーブが鉄筋と同様にコンクリートで十分に包まれなければならないのは当然であって、この条はこれを規定したものである。

表2.9.1は、『標準示方書』の一般構造細目のはりのかぶりの規定を、工場製品として引用したものである。『標準示方書』ではかぶりの最小値を、(解式2.9.1)で規定している。

$$C_{\min} = \alpha \times C_0 \quad (\text{解式2.9.1})$$

ここに、 $C_{\min}$ ：最小かぶり

α ：コンクリートの設計基準強度 σ_{ck} に応じ、次の値とする。

$$\begin{aligned} \sigma_{ck} \leq 180\text{kgf/cm}^2 \text{ の場合} & \quad \alpha = 1.2 \\ 180\text{kgf/cm}^2 < \sigma_{ck} \leq 350\text{kgf/cm}^2 \text{ の場合} & \quad \alpha = 1.0 \\ 350\text{kgf/cm}^2 \leq \sigma_{ck} \text{ の場合} & \quad \alpha = 0.8 \end{aligned}$$

C_0 ：基本のかぶり、部材の種類および環境条件に応じて解表2.9.1の値とする。

解表 2. 9. 1 鉄筋のかぶり (cm)

	スラブ	は り	柱
一 般 の 環 境	2.5	3.0	3.5
腐 食 性 環 境	4.0	5.0	6.0
特に環境条件が厳しい場合	5.0	6.0	7.0

注) 工場製品の場合、上表の値を20%まで減じてよい。

本技術資料で扱うプレキャスト擁壁は工場製品を前提としており、コンクリートの設計基準強度は $300\text{kgf/cm}^2 \sim 400\text{kgf/cm}^2$ と想定されることから α は一律1.0とし、また、工場製品であることから20%の低減を考慮して表 2. 9. 1 の値を定めた。したがって部材を現場製作する場合にはコンクリートの設計基準強度等に応じてかぶりを大きくする必要がある。

なお、継手部に帯鉄筋またはスターラップがある場合には、帯鉄筋やスターラップがこの条の規定を満足しなくてはならないから、これらの鉄筋に対して所要のかぶりが確保できるように留意する必要がある。

2. 9. 3 鉄筋のあき

- (1) 軸方向鉄筋の水平のあきは、2cm以上、粗骨材の最大寸法の4/3倍以上、鉄筋の直径以上としなければならない。
- (2) モルタル充填継手部においては、スリーブと隣接鉄筋のあき、あるいはスリーブとスリーブのあきは、粗骨材の最大寸法以上とする。

【解説】(2) について スリーブと隣接する鉄筋との間、またはスリーブ相互の間に主としてコンクリートの施工上から必要となる最小のあきを示した。この規定は、『標準示方書』の規定すなわち(1)項より若干ゆるいが、これは継手部にあまり大きなあきが必要されると鉄筋間隔が広がって設計が困難になるという実用上の判断によるものである。

2. 9. 4 異種径の継手

2. 7. 1 の接合方法により継手箇所が1箇所に集中し、継手の集中度が1/2を超えるため、径の異なった鉄筋を継ぐ場合は、原則として異なった径の鉄筋の断面積の比を3/4以上とする。

【解説】この条は、異種径の継手を設けた断面での鉄筋量の変化を原則として1/4未満に保

つことを規定したものである。

継手を設ける断面で鉄筋量に余裕のある場合には、径の小さい鉄筋で接続することにより鉄筋量を適切に減ずることが可能となる。しかし、継手部において鉄筋量の急変があると、ここに曲げひび割れが発生しやすくなり、これが斜めひび割れへと発展して部材のせん断耐力を減ずる場合がある。この条で継手を設ける断面での鉄筋量の変化を制限したのは、このようなことを考慮したからである。

2. 9. 5 モルタルの充填方法および時期の指定

設計の段階で、スリーブ内にモルタルを充填する方法および時期を指定しなければならない。

【解説】モルタル充填継手は、モルタル充填後、モルタルが所定の強度に達するまでの間、養生を必要とすることから、あらかじめモルタルの充填する時期を指定し、一定の養生時期を工事工程に組み入れることとした。

3. 製作

3. 1 製作方法

プレキャスト擁壁の製作に際しては、部材が所用の品質を確保できるよう、各工程ごとに十分な配慮を講じて行うものとする。

【解説】プレキャスト擁壁は、製作工程が一貫した管理状態のすぐれた工場で、『標準示方書』に準じて製作するものとする。ただし、モルタル充填継手にかかわる材料およびスリーブの組立て、配置については、『鉄筋継手指針』によるものとする。また、製作する工場には、コンクリート主任技士、コンクリート技士などの資格を持つ技術者が常駐することが望ましい。

なお、プレキャスト擁壁の接合および組立てには、部材の品質・規格、モルタル充填継手の精度が大きく影響する。このため、以下に記述した事項に特に留意し製作しなければならない。

①型枠の清掃・組立

部材製作用の型枠は、ゴミ、付着物等がないように十分清掃し、反り、ねじれ等を生じないように、また寸法を正しく保つように組立てる。

②鉄筋、先付け部品等の設置

鉄筋およびモルタル充填継手等の先付け部品は、製作図面にしたがって、コンクリート打込み時に移動しないよう、固定治具等を用いて正しい位置に配置するとともに固定しなければならない。

また、モルタル充填継手は、硬化モルタルと鉄筋およびスリーブの付着さらに楔効果によって継手機能が発揮される。したがって、継手部鉄筋およびモルタル充填継手のスリーブは常に清浄さを保たなければならない。

なお、吊具およびサポート用インサート類についても部材が重量物であることから、必ず製作時に取付けるものとする。

③コンクリートの練りませ、運搬、打込み

コンクリートの各材料は正しく計量を行い、練上りコンクリートが均等質になるまで十分に練りませる。練上ったコンクリートは速やかに運搬し、材料分離ができるだけ少なくなるような配慮を講じて打込みを行い、十分に締固めなければならない。

④養生

養生方法および期間は、部材が所用の品質を得られるよう十分に検討し、決定しなければならない。なお、促進養生については、コンクリートにひびわれ、はく離、変形等を生じたり、長期強度、耐久性等に有害な影響を与えるものであってはならない。

⑤脱型・運搬

脱型は、部材のコンクリート圧縮強度が所定の値以上であることを確認したあと行う。また、脱型、運搬に際しては、部材に有害なひびわれや破損が生じないように十分注意し、行わなければならない。

なお、工場出荷時の部材コンクリートの圧縮強度は、設計基準強度以上あることを原則とする。

3. 2 製作材料

プレキャスト擁壁の製作に使用する材料は、部材の所用の品質を確保できるよう品質の確認されたものを用いるものとする。

(1) コンクリート

コンクリートは、所用の強度、耐久性、水密性、鋼材を保護する性能等を持ち、品質のばらつきの少ないものでなければならない。

(2) 鉄筋

鉄筋は、JIS G 3112に適合した SD295A, SD295B, SD345 とし、その径は D13 から D51 までのものとする。

(3) モルタル充填継手

モルタル充填継手は、『鉄筋継手指針』に規定する静的耐力性能A級のものでなければならない。また、その材料は、モルタル充填継手が所用の強度、耐久性を十分に確保できる性能等をもつものでなければならない。

【解説】(1)について コンクリートは、設計上必要な機能が十分に確保できるよう、特に注意して管理しなければならない。なお、コンクリート中における鋼材の腐食、アルカリ骨材反応の防止策として、原則としてコンクリート中に含まれる塩化物量が塩化物イオンとして 0.3 kg/m^3 以下、全アルカリ量が Na_2O 換算で 3.0 kg/m^3 以下になるように各材料を選定しなければならない。また、基準とするコンクリート強度は、材令28日における圧縮強度の試験値とする。以下に、コンクリート用材料の品質について示す。

①セメント

セメントの種類は、JIS R 5210 (ポルトランドセメント)、JIS R 5211 (高炉セメント)、JIS R 5213 (フライアッシュセメント) に適合するセメントで、所用の品質が得られるように適切に選定する。

②水

水は、油、酸、塩類、有機不純物、懸濁物等、コンクリートおよび鋼材の品質に悪影響を及ぼす物質を有害量含んでいてはならない。

③細骨材

細骨材は、清浄、堅硬、耐久的で適当な粒度をもち、ごみ、どろ、有機不純物、塩化物等を有害量含んでいてはならない。品質は、『標準示方書』による。また、砕砂を用いる場合は、JIS A 5004（コンクリート用砕砂）に適合するものを用いるものとする。

④粗骨材

粗骨材は、清浄、堅硬、耐久的で適当な粒度をもち、薄い石片、細長い石片、有機不純物、塩化物等を有害量含んでいてはならない。品質は、『標準示方書』による。また、碎石を用いる場合は、JIS A 5005（コンクリート用碎石）に適合するものを用いるものとする。

⑤混和剤

化学混和剤は、JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）、土木学会規準「コンクリート用流動化剤品質規準」に適合するものを用いるものとする。

（２）について 主鉄筋の継手に用いるモルタル充填継手では、現在まで試験結果と使用実績があるものは、JIS G 3112 に規定する SD295A, SD295B, SD345, SD390 であり、その径は、D16 から D51 までである。このうち SD390 の使用実績は、他に比較して少ない。このようなことから、主鉄筋として D16 から D51 まで、配力鉄筋等の使用に D13 までとし、上記のように規定した。

（３）について モルタル充填継手に用いるスリーブは、ダクタイル鋳鉄製またはそれと同等以上のものとし、その機械的性能は、解表 3. 2. 1 に示す値を満足するものとしなければならない。

解表 3. 2. 1 スリーブ材料の機械的性能

降伏点または耐力		引 張 強 さ		伸 び
kgf/mm ²	N/mm ²	kgf/mm ²	N/mm ²	%
42 以上	412 以上	60 以上	588 以上	6 以上

3. 3 貯蔵

プレキャスト擁壁の部材の貯蔵に際しては、部材に有害なひびわれ、破損、錆および汚れが生じないようにしなければならない。

【解説】貯蔵に際しては、部材の支持方法、貯蔵方法等を十分検討し、部材に有害なひびわれ、破損、錆、汚れが生じないようにしなければならない。特に部材を積重ねて貯蔵する場合には、上段に積重ねた部材の重量により、支持材の下の部材に予期しない応力等が生じないようにし、また、支持材の寸法、強度等には十分注意しなければならない。

また、脱型後の運搬に際しても運搬方法等十分に検討し、破損、ひびわれが生じないようにしなければならない。

4. 施工

4. 1 施工計画

4. 1. 1 施工計画概要

プレキャスト擁壁の施工にあたっては、図4. 1. 1に示す施工順序を把握し、安全かつ円滑な施工ができるように綿密な施工計画をたてなければならない。

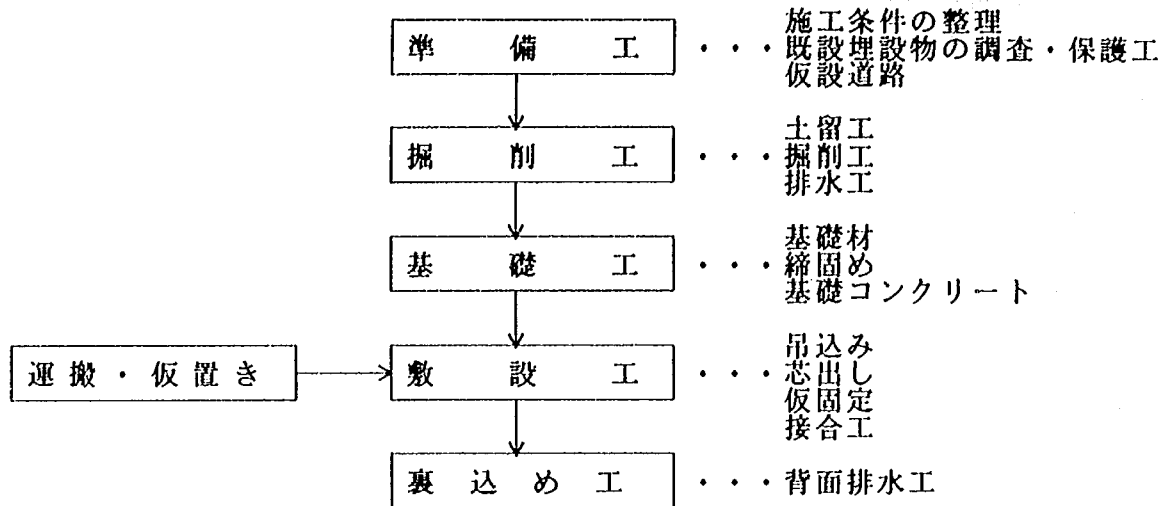


図4. 1. 1 施工順序

【解説】プレキャスト擁壁の施工は、大型のクレーンを用い、重量物であるプレキャスト部材を現地にて接合する。よって、部材の運搬計画、仮設道路計画、設置計画などを事前に策定する必要がある。また、施工中は作業手順の周知徹底により常に安全作業に努めなければならない。

なお、地下埋設物や地上障害物等については、事前にそれらの位置、形状、規模等を十分調査し、防護工や移設対策などについて、関係諸機関と協議しておくことが必要である。

4. 1. 2 施工条件

施工にあたっては、各種の施工条件について、十分な調査を行い、それに基づいた施工計画を立案する必要がある。

調査が必要な施工条件としては、以下の項目が挙げられる。

- (1) 気温、降雨、積雪などの気象条件
- (2) 地盤条件
- (3) 地下水
- (4) 地下埋設物
- (5) 施工現場付近の交通状況

【解説】プレキャスト擁壁の部材は、工場で製作することを原則とする。よって、部材の運搬路、および、現場での設置条件を事前に調査し、施工計画を策定するものとする。

(1) について 気象条件を調査し、作業可能日数等を算定し、無理のない工程計画を策定するものとする。

(2) について 地盤状況に応じ、仮設道路の構造等を計画するものとする。

(3) について 地下水の有無や水位は、掘削や基礎工に大きな影響を与える。よって、事前に調査を行い、排水計画や補助工法などの計画を行うものとする。

(4) について 地下埋設物の構造、位置、規模などを詳細に調査し、防護工や、移設計画を関係諸機関と協議し策定するものとする。

(5) について プレキャスト擁壁の部材は、その大きさ、重量によって、運搬の際に大型トレーラが必要である。よって、現場への交通状況や、運行規制などを詳細に調査し、部材の運搬計画を立てるとともに、必要に応じ関係諸機関（道路管理者、警察署等）と協議しておくものとする。

4. 2 施工機械

4. 2. 1 運搬据付装置

プレキャスト擁壁の部材を安全に移動・設置出来る運搬据付装置を選定するものとする。

【解説】 運搬据付装置として専用のマニプレータやクレーンが考えられるが、一例として、汎用クレーンを用いた施工例を以下に示す。

クレーンの他に必要とする主な機材は、自動玉掛外装置、組立ガイド、モニタ、ミニクレーン等がある。

クレーンの作業状況の一例を解図 4. 2. 1 に示す。

① クレーン

プレキャスト擁壁の部材の移動・設置を行うための施工機械として使用するものである。作業現場の状況に応じてクローラ式またはホイール式のいずれかを選定する。

なお、作業状況に合った吊り上げ能力とブーム長さを有するクレーンを選定し、転倒防止のために地盤の養生を十分に行ったうえで作業するものとする。

② 自動玉掛外装置

高所作業をなくす目的で使うもので、玉掛外作業を無線でリモートコントロールする装置である。なお、吊り荷の重量に対し、十分な能力を有するものを選定し、事前に無線の混信が無いことを確認する。

③ 組立ガイド

作業者が吊り荷に近づかなくても吊り荷の位置合わせができるようにするための治具である。部材を組立ガイドの案内面に沿わせて降ろすことにより、自然に芯合わせが行えるものである。

組立ガイドの一例を解図 4. 2. 2 に、縦壁芯合わせ手順を解図 4. 2. 3 に示す。

組立ガイドを設計する際、下記の項目に配慮すること。

- ・プレキャスト擁壁の部材を滑らせながら芯合わせするための傾斜したスライド面を有するものとする。
- ・スライド面の材質はプレキャスト擁壁の部材の損傷防止のために樹脂等の柔い材質を使用するのが望ましい。
- ・プレキャスト擁壁は連続して設置するため、簡単に移動・設置できるものとする。

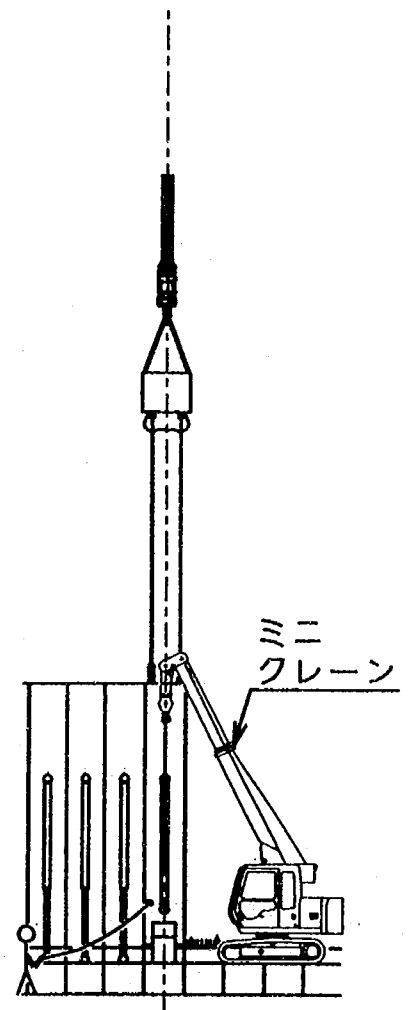
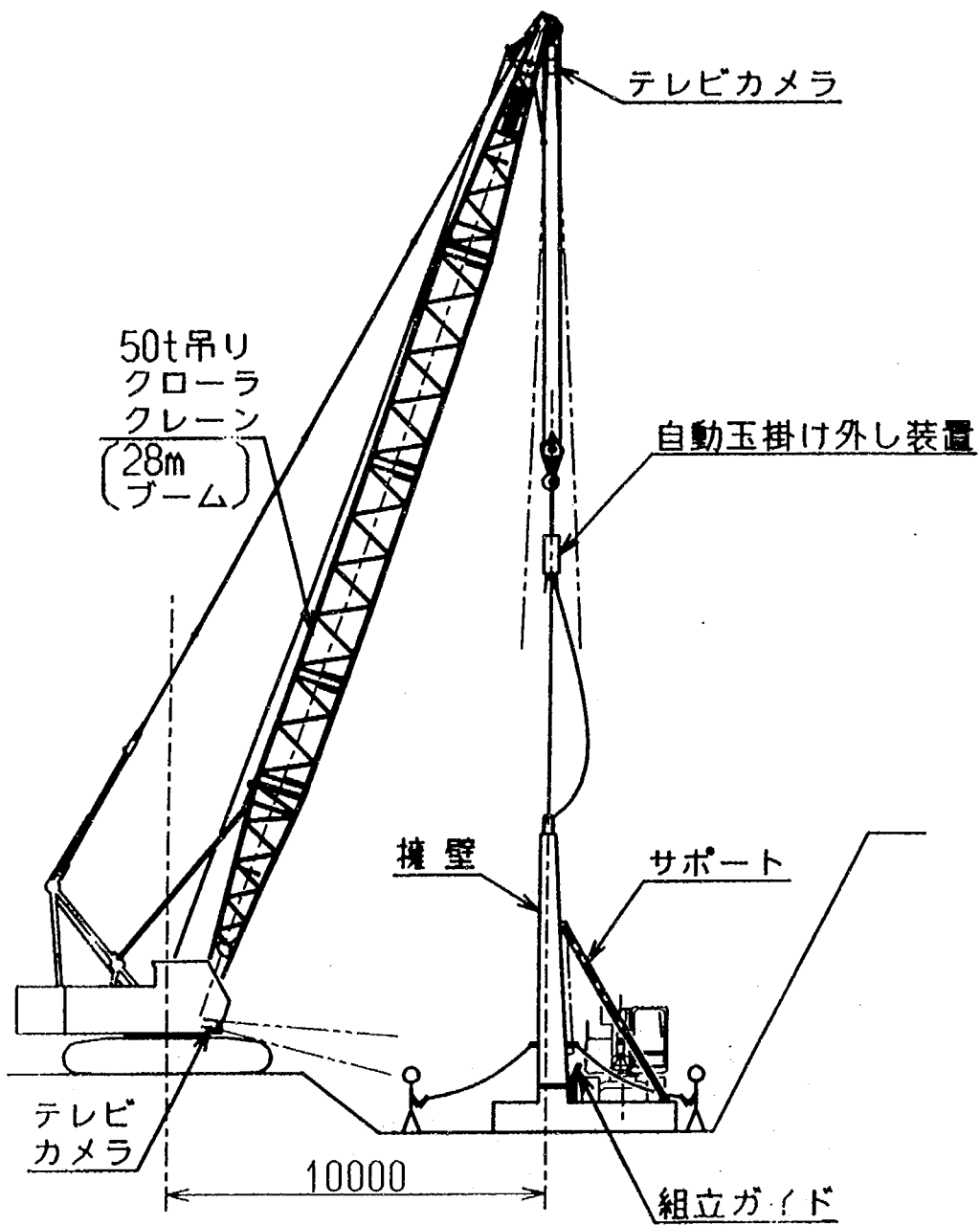
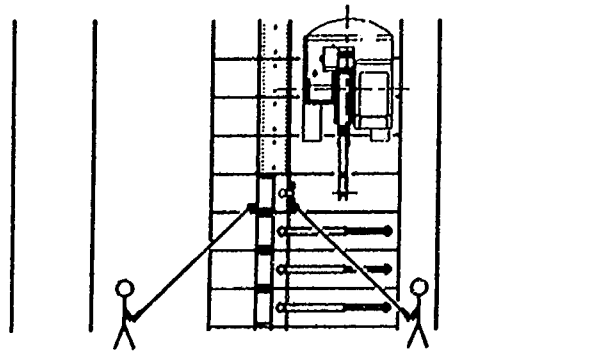
④ モニタ

吊り荷から離れたクレーンの運転席で、ブロック部材の芯合わせ状況を把握するためのカメラとモニターを組合せたものである。

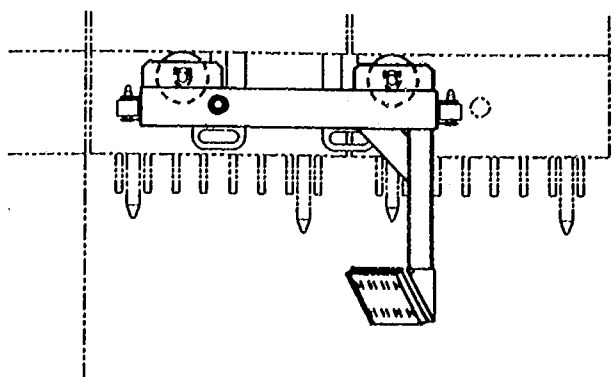
カメラやモニターはクレーン用に開発された、振動や気象条件に耐える種類の中から選定・調達するものとする。また、ブロックと機械の位置は離れた場所に置かれるこ

とが多いので、リモートコントロールが出来る機能を有するか、装置を製作するものとする。

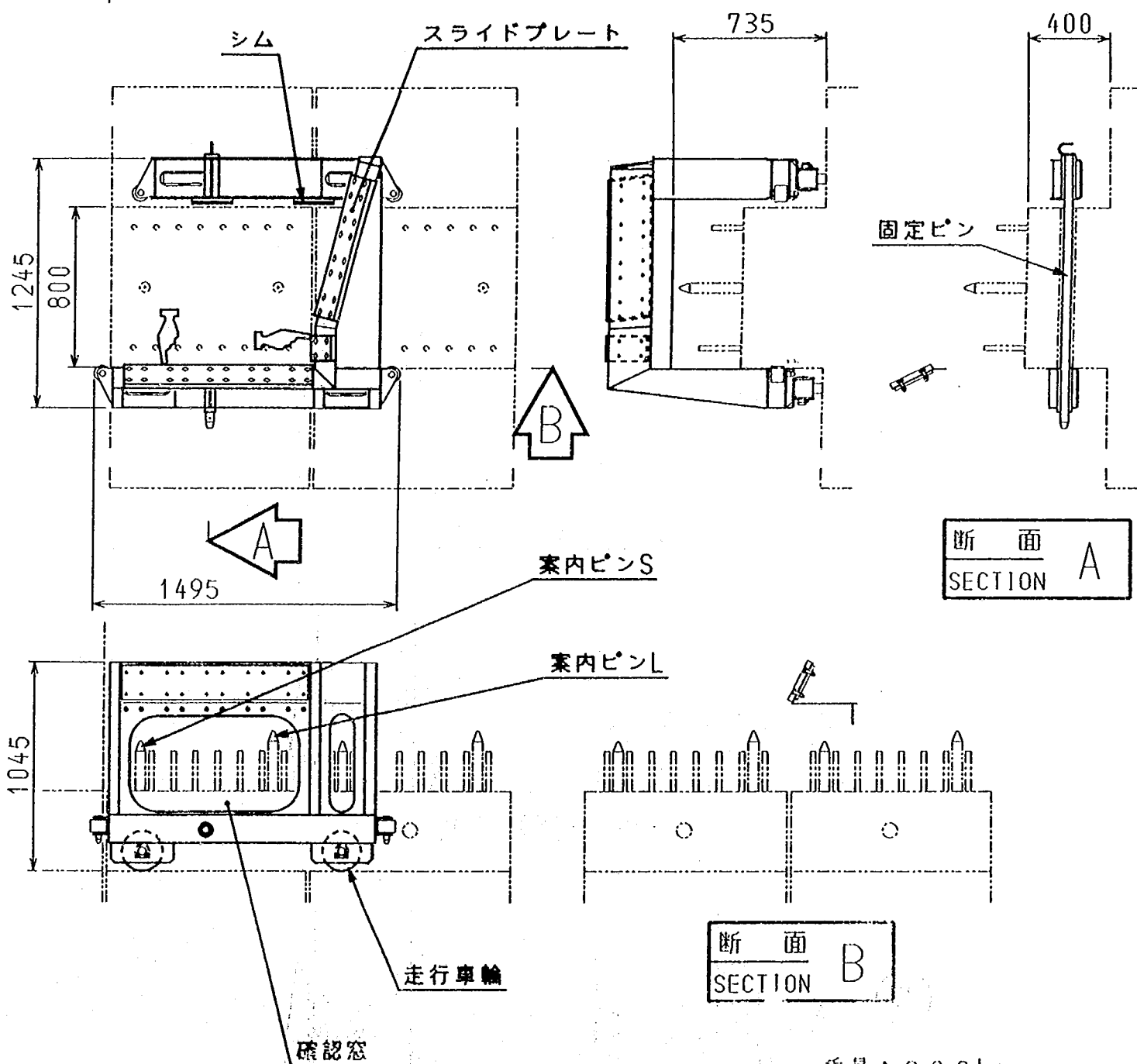
カメラはクレーンやブロックの側において、ブロックの芯合わせが十分にモニター出来るように取り付けるものとする。また、モニターはクレーン操作の妨げにならない位置に取り付けるものとする。



解図4. 2. 1 クレーン作業状況図

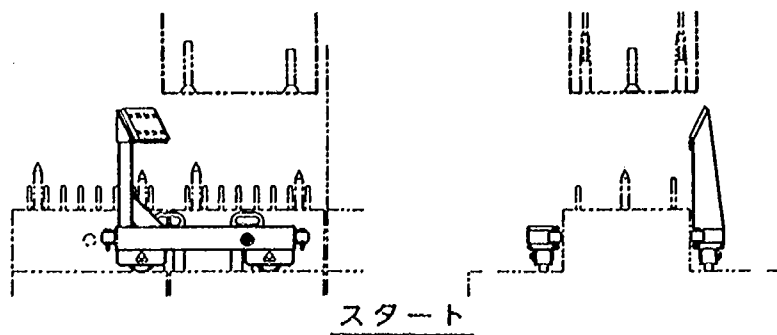


・印をつけた面で 位置を決めを行う。

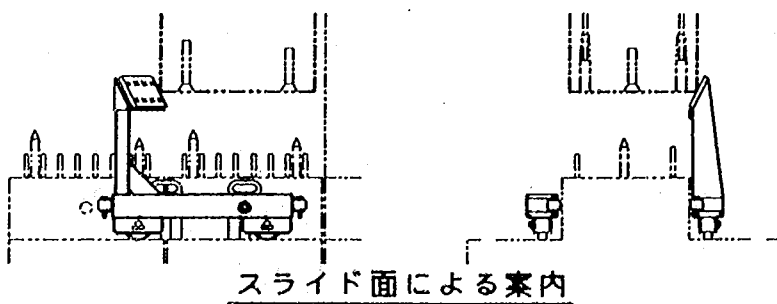


解図4. 2. 2 組立ガイドの1例

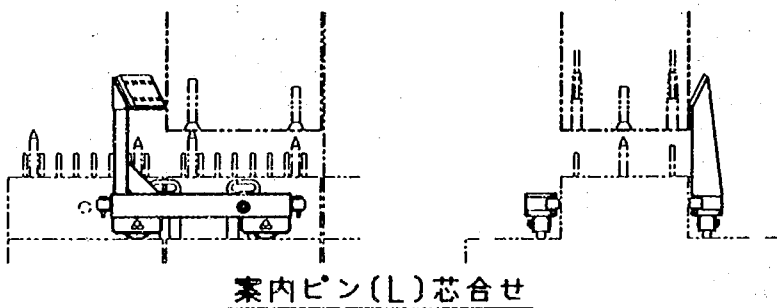
①



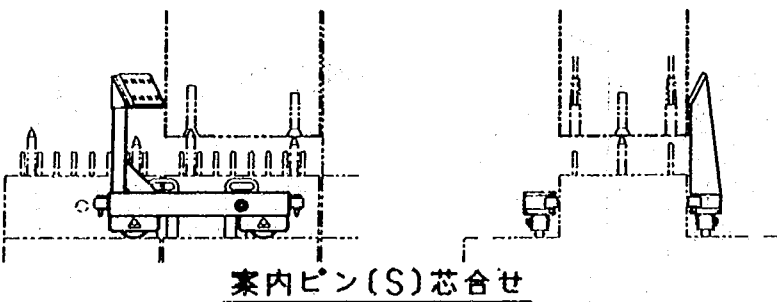
②



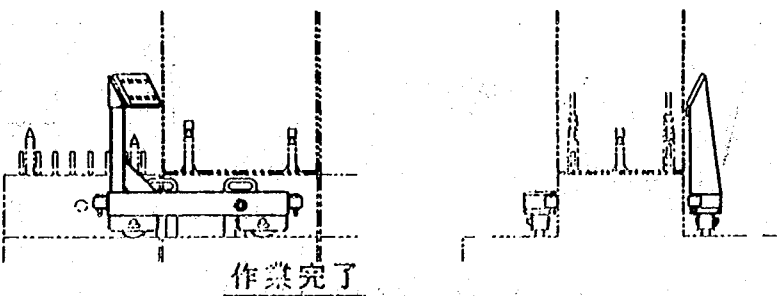
③



④



⑤



解図4. 2. 3 縦壁芯合わせ手順

4. 3 基礎工

基礎工は、以下の点に注意して施工しなければならない。

- (1) プレキャスト擁壁の基礎は、設計上要求された支持力を均等に得るように施工を行うものとする。
- (2) 基礎コンクリートの養生期間は、十分確保するものとする。
- (3) 岩盤を基礎とする場合は、その表面をできるだけ平らに仕上げるとともに、浮石等を取り除くものとする。

【解説】プレキャスト擁壁の基礎工は、通常の現場打ち擁壁と基本的には同様である。したがって、工場製作の大型部材を基礎上に設置することから、特に注意を要する点について記述する。

(1) について プレキャスト擁壁の縦断方向の接合は、基礎の不等沈下等がないことを前提として、原則的には作業時の外力に抗する程度のものしか行わない。よって、設計上要求される支持力を均等に得ることが特に重要となる。切り土と盛土の境や谷あいなどの地質の急変部に連続して擁壁を設置する場合には、支持力の不均等による不等沈下などを生じ易い。したがって、地盤状況を的確に把握するとともに、必要に応じ置換工法や、杭基礎などの対策を検討することが重要である。

(2) について プレキャスト擁壁の部材は、重量物である。よって、部材設置時には、通常の現場打ち擁壁以上に、一時期に多大な荷重が基礎コンクリートに作用する。そのため、基礎コンクリートは、十分な養生期間を設け、必要な強度を得ておく必要がある。

(3) について プレキャスト擁壁は、工場で製作した部材を現地にて設置するため、基礎の不陸は、構造物の出来形精度に直接影響する。よって、岩盤を基礎とする場合には、できる限り平坦に仕上げ、部材の設置の障害とならないように心がけなければならない。

4. 4 運搬・仮置き

プレキャスト擁壁の部材の運搬は、関係法規を遵守するとともに施工計画に従い、部材にひび割れや破損を生じないように行わなければならない。

プレキャスト部材を仮置きする場合は、仮置方法が施工サイクルタイムや作業の安全性に与える影響が少なくないため、施工規模や施工手順に応じた方法で計画するものとし、台木等を用い自重により沈下したり転倒しないように保管するものとする。

【解説】部材の運搬や保管に際しては、その取り扱いに十分注意し、ひび割れや破損を生じないようにする。特に、接合部の鉄筋やスリーブ部分、隅角部などは損傷しやすいため、部材の荷姿や、吊込み方法などに注意が必要である。また、継手鉄筋部分のさび、ほこり

等に対して、シート等により十分な養生を行う必要がある。

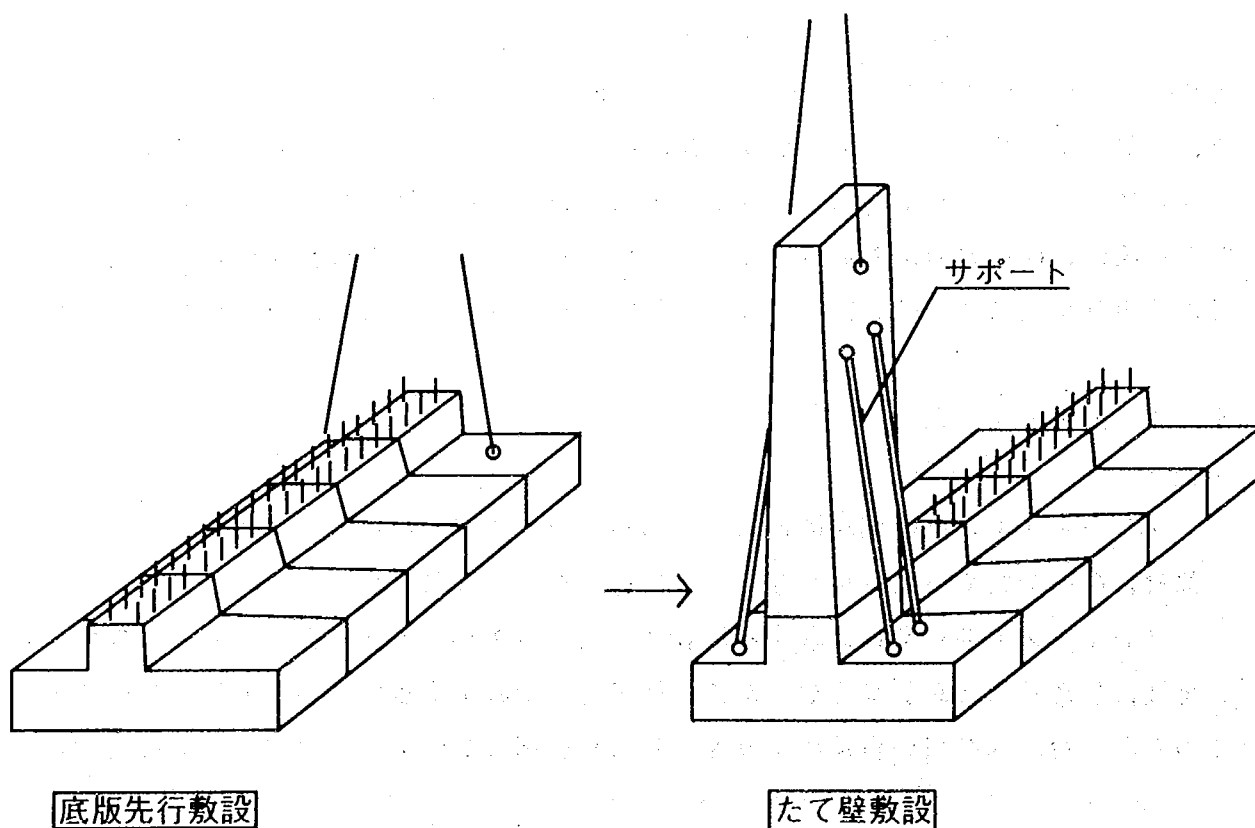
部材を仮置きする場合、吊込み用の埋込み金具の位置関係を十分考慮し仮置くものとする。仮置き時の部材の積重ねは、底版では二段まで、たて壁では吊込み方法によっては縦置きする必要があることから原則として一段積みとする。

4. 5 敷設工

4. 5. 1 敷設手順

プレキャスト擁壁の敷設は、安定性を確保するため、底版を先行して行い、十分な安定性を確保した後、たて壁の敷設を行うものとする。

【解説】プレキャスト擁壁を組立てる際に、底版とたて壁の一組のみを組立てた場合、突風や吊荷の接触等の外力に対して、非常に不安定な状態となる。よって、部材の組立手順は、解図4. 5. 1に示すように、底版を先行し、十分な安定性を得てからたて壁を設置するものとする。



解図4. 5. 1 プレキャスト擁壁の敷設手順

4. 5. 2 敷設方法

部材の敷設方法は、現場の状況に見合った安全確実な工法を選定するものとする。
以下に、部材の敷設方法における留意点を示す。

- (1) 部材の敷設は、施工計画書に基づき作業指揮者の指示に従い行うものとする。
- (2) 底版部材の敷設に当たっては、基礎コンクリート上面に厚さ 2 cm 程度の敷きモルタルを均一に敷均し、レベル調整を行うものとする。
- (3) たて壁は、設置後スリーブ内へのモルタル充填、養生が完了するまで、サポートで支持しておくものとする。
- (4) 部材の吊込みは、部材に予め組込んだ吊具により行うものとする。
- (5) 部材の敷設には、必要に応じて、省人化に努めるものとする。

【解説】(1) について プレキャスト擁壁の部材は、大型で重量物であり、かつ設置には、大型クレーンを使用する。よって、設置に際しては、部材の重量、仮置き場所、使用クレーンの設置位置と作業半径等を十分検討した施工計画書を事前に作成し、作業指揮者の指示に従い安全に作業を行うことが重要である。部材組立時、特に接合部の位置合わせの際には、部材を吊ったままの不安定な状態での作業となるため、作業手順の周知徹底により安全作業に努めるものとする。また、敷設作業中は部材に損傷を与えないよう十分注意する必要があるが、万一損傷した場合、構造上および作業上支障のないものについては、全て組立完了後に適切に補修を行うものとする。

なお、設置状況例は解図 4. 2. 1 に示す。

(2) について 敷きモルタルは、空練りとし配合は、セメントと砂の重量比を 1 : 3 程度とする。

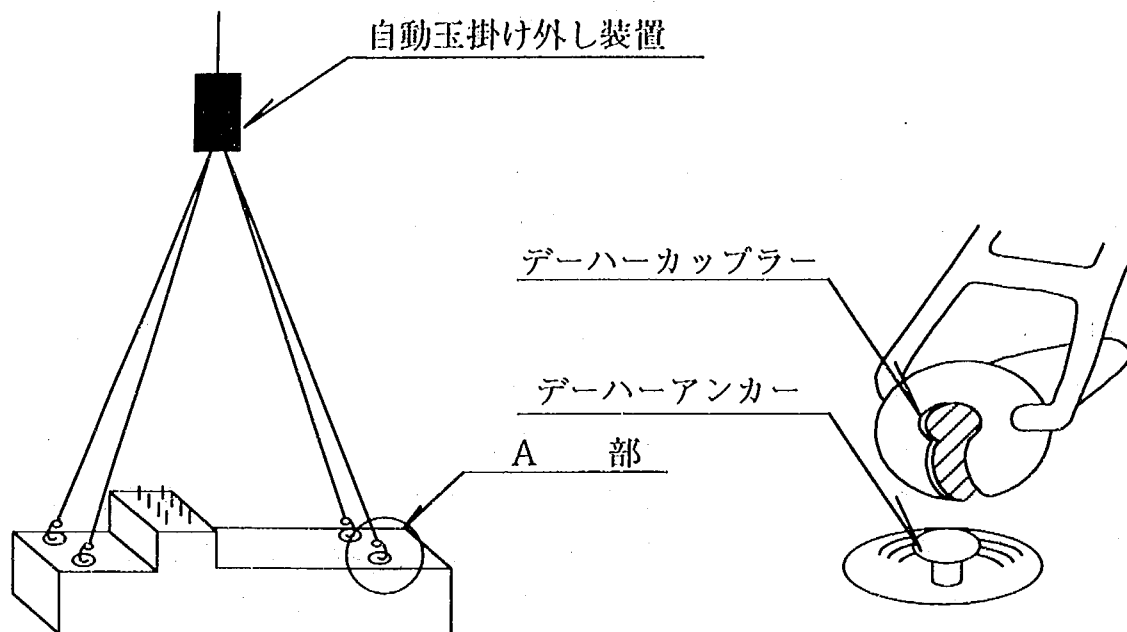
(3) について たて壁と底版との接合は、モルタル充填継手内に高強度モルタルを充填することにより行うが、モルタルが硬化し、モルタル充填継手が十分な機能を発揮するまでの期間は、サポートを用い、たて壁を支持しておく必要がある。

サポートの本数は、たて壁部材の安定性を確保するため、解図 4. 5. 1 に示すように一部材当り片面で二本以上設置する。また、それらの取付位置は、サポートで建込みの微調整を行うため、作業可能な範囲で極力部材上方に設置するのが有効である。

(4) について 部材の吊込みは、あらかじめ部材に埋込んだ、吊金具により行うことを原則とする。吊金具の埋込み位置は、吊込み時の部材のバランス、発生応力等を考慮し決定する。また、吊込み作業までの過程で、底版部の鉄筋が変形している場合があるため、作業効率、安全性の観点から吊込み前に予め準備したテンプレート等で鉄筋位置の確認および必要に応じた修正を行うものとする。

解図 4. 5. 2 に埋込み金具の一例を示す。

(5) について プレキャスト擁壁の特徴の一つとして、プレハブ化にともなう省人化がある。現場におけるプレキャスト擁壁の敷設にあたってはこの点を考慮し、テレビカメラによるモニタリングや、自動玉掛け外し装置の使用等が考えられる。



解図 4. 5. 2 埋込み金具例

4. 5. 3 据付精度

プレキャスト擁壁の敷設では、据付精度確保に努めなければならない。

【解説】据付精度を確保するために、適切な組立ガイドを使用することが考えられる。なお、組立ガイドは、組立時の定規となるものであるため、十分な精度をもって製作、取付けを行うものとする。

4. 5. 4 接合工

プレキャスト擁壁の部材の接合は、以下の点に留意して行うものとする。

(1) 横断方向接合（モルタル充填継手）

- (a) プレキャスト擁壁の底版とたて壁部材の接合は、仮組み完了後すみやかに継手部のモルタル注入を行う。モルタル注入作業は「鉄筋継手指針」に基づき行う。
- (b) モルタル注入は、1ブロック単位の一括注入とする。

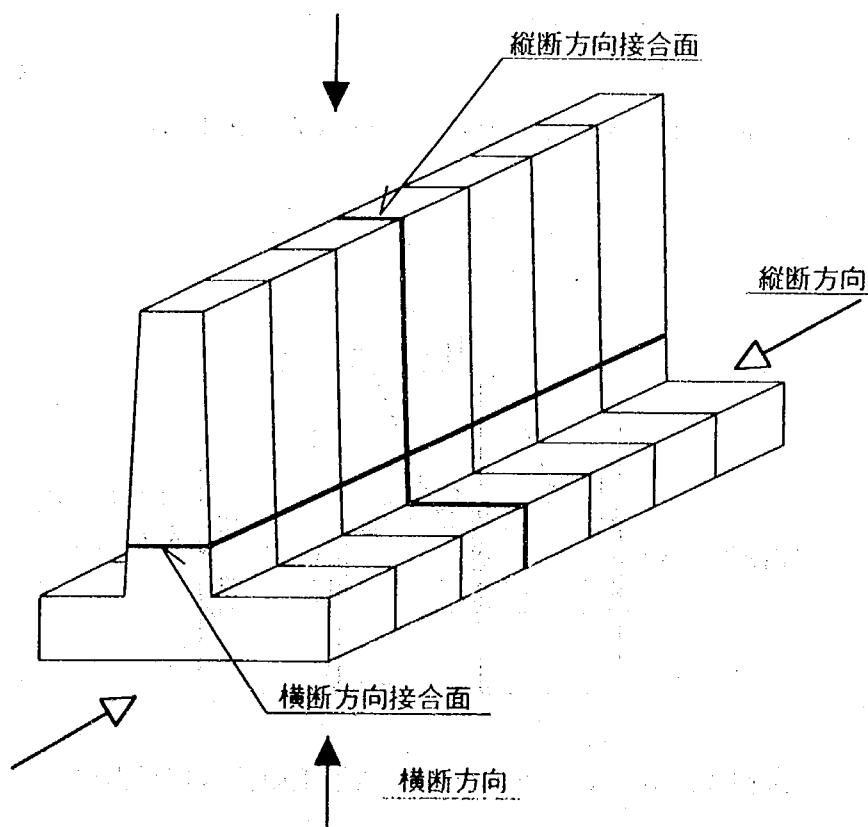
(2) 縦断方向接合

- (a) 縦断方向の接合は、原則として施工時の外力に抗する程度のもの（プレート・ボルトを添接）を施すものとする。

ただし地震荷重を考慮する必要がある場合、あるいは不等沈下が問題となる場合は鋼材等により縦断方向を接合するものとする。

【解説】プレキャスト擁壁の部材の接合は、底版とたて壁部材とを接合する横断方向の接合と、隣接するブロック間を接合する縦断方向の接合がある。

ここで、解図 4. 5. 3 に接合の方向を示す。

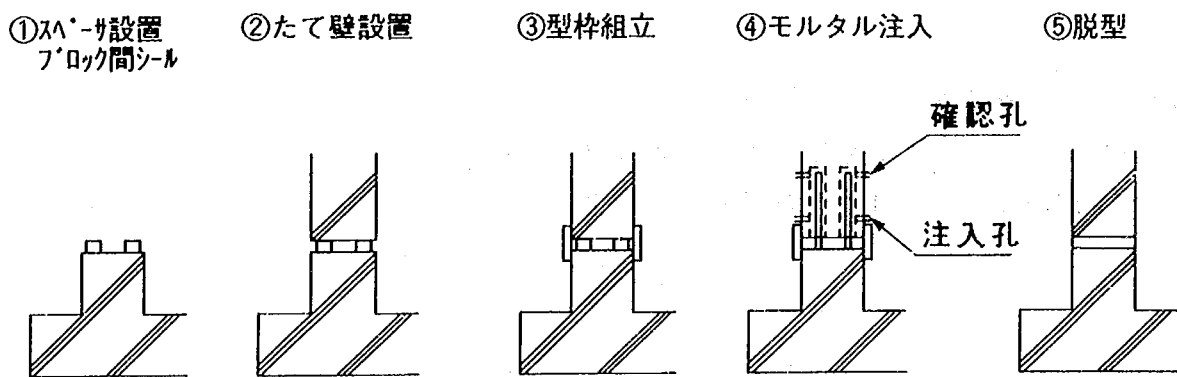


解図 4. 5. 3 部材の接合方向

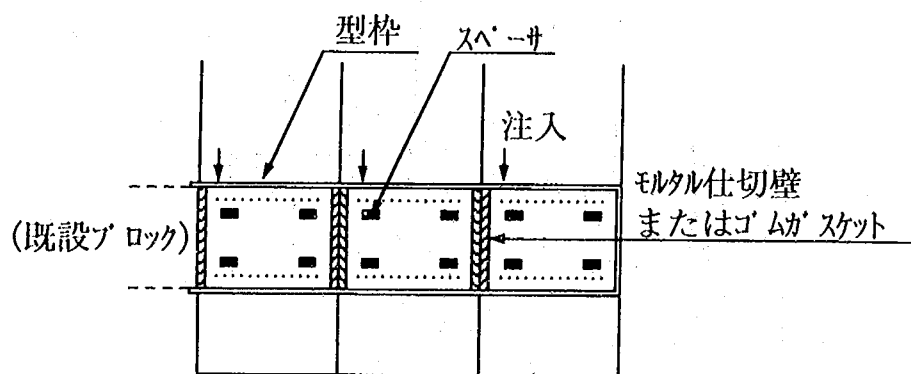
(1)について プレキャスト擁壁の底版とたて壁部材の接合は、モルタル充填継手となっているため、有資格者によるモルタル注入作業となる。モルタルの充填確認は、確認孔からの流出をもって判断するものとする。

この接合部の目地間の調整は、標準厚さ2cmの金物（ライナープレート）のスペーサを使用し、モルタル充填後に表面に露出しないよう3cm以上かぶりをとる。また、目地部の充填性を高めるためモルタル材が流出しないように、モルタル仕切壁またはゴムガasket等でシールする。

解図4.5.4にモルタル充填継手の施工順序図を、解図4.5.5にモルタル充填継手の接合部平面図を示す。



解図4.5.4 モルタル充填継手施工順序



解図4.5.5 モルタル充填継手の接合部平面図

(2) について

プレキャスト擁壁は、良質な支持地盤を前提としているため、原則として縦断方向の接合部には、ボルト・プレートを添接するものとする。

ただし、地震荷重を考慮する必要がある場合、あるいは不等沈下が問題となる場合は、鋼材等による接合を行うものとし、その施工方法は本技術資料「ボックスカルバート編 4. 5. 4」に準ずる。

4. 6 裏込め工

プレキャスト擁壁周辺の裏込め方法は、以下の通りとする。

(1) 裏込め時期

裏込めは、原則としてプレキャスト擁壁布設後すみやかに行うものとする。

(2) 裏込め材料の投入および敷均し

裏込め材料の投入は、プレキャスト擁壁近傍については人力で行い、その他については、人力もしくは機械によって行うものとする。また、原則として敷均しは人力で行うものとする。

(3) まき出し厚

裏込め材料は、一層の仕上がり厚さが30cm以下になるようにまき出すものとする。

(4) 締固め

各層毎の締固めは、タンパ、ランマなどで入念に転圧しなければならない。タイヤローラ、振動ローラ等の大型締固め機械を用いる場合は、プレキャスト擁壁に損傷や変位を与えることのないように人力転圧を併用して入念に施工するものとする。

(5) 排水工

排水工の種類は用途に応じ適切なものを選定する。また、排水工の設置により背面の転圧が不十分とならないように注意する必要がある。

【解説】 (2) について プレキャスト擁壁の裏込め材の投入に当たっては、部材に損傷や、移動を与えないように注意する必要がある。そのため、特に部材近傍の投入は、原則として人力で行うものとする。

(5) について 排水工には、砕石が従来より用いられてきたが、近年は、施工性を考慮し、繊維系の排水材が用いられる場合が多い。

排水工を設置した部分については、転圧が不十分となり易いため、特に入念な施工が必要である。

4. 7 維持・管理

(1) 維持管理の目的

維持管理は、擁壁としての機能を保持するための作業であり、機能低下が生じた場合はその機能を回復させ、耐用期間を延ばすことを目的として行うものとする。

(2) 維持管理方法

プレキャスト擁壁の維持管理は、適切な作業計画に基づき行うものとする。

【解説】プレキャスト擁壁の維持管理は、設計耐用年数や重要度、また、擁壁の損傷による危険度などを考慮しその方法、頻度などを策定するものとする。

プレキャスト擁壁の点検項目としては、

- ①底版とたて壁の接合部のズレ
- ②縦断方向のズレ
- ③排水口からの排水状態
- ④部材の損傷

等が挙げられる。

5. 品質管理・出来形管理

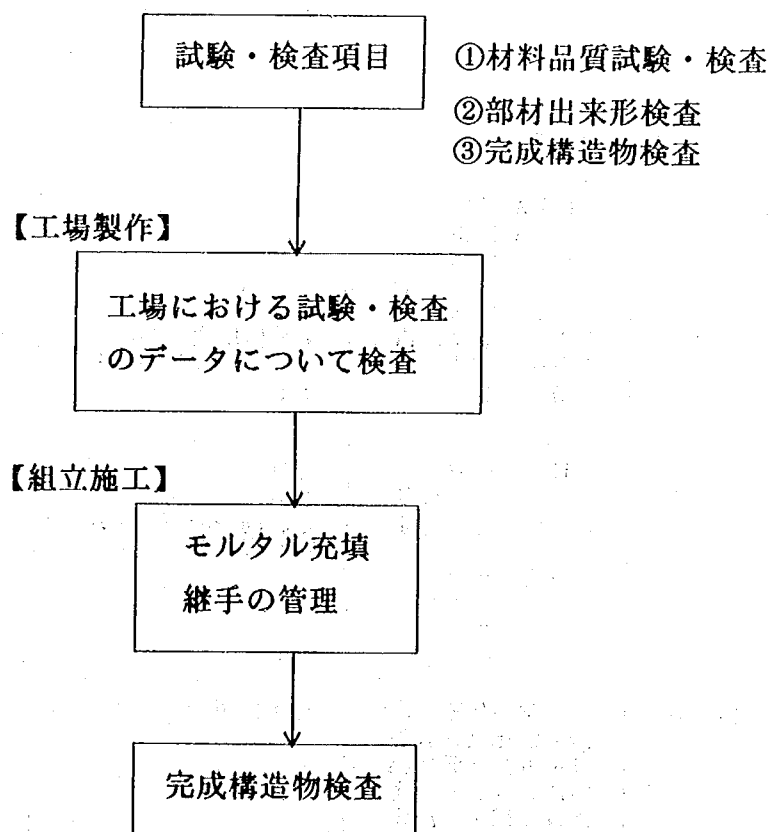
5. 1 基本方針

所要の機能を有するプレキャスト擁壁構造物を造るため、材料、製作設備を適正に試験・検査・管理を行うとともに、製作作業および組立施工は、所定の基準にしたがって管理しなければならない。また、部材および完成構造物は、完成後直ちに部材出来形検査、完成構造物検査を実施し、その誤差が許容値内にあることを確認しなければならない。

【解説】工場製作のプレキャスト擁壁部材の品質管理・出来形管理は、原則として工場における品質管理試験および工場製品の試験・検査のデータについての検査でこれに代えるものとする。

なお、工場製作されたプレキャスト擁壁部材の品質管理・出来形管理は、『標準示方書』によるものとする。また、モルタル充填継手の管理は、『鉄筋継手指針』により行うものとする。

品質管理・出来形管理の基本フローを、解図5. 1. 1に示す。



解図5. 1. 1 品質管理・出来形管理の基本フロー

5. 2 材料品質試験および検査

プレキャスト擁壁の部材製作前に、必要な諸材料の試験および検査を実施し、それぞれの品質を確かめなければならない。また、製作中には、材料の品質およびその変動を確認するために、必要に応じて諸材料の試験および検査を行わなければならない。

【解説】ここに述べる材料とは、3. 2 製作材料 で示した

①コンクリート、②鉄筋、③モルタル充填継手等をいう。

①について コンクリートの品質が、製品の耐力、耐久性等におよぼす影響は極めて大きい。このため、使用するコンクリートは、解表5. 2. 1の項目について、定められた試験方法で、表記の判定基準を満足するものでなければならない。

解表5. 2. 1 コンクリートの品質試験および検査

項 目	試 験 方 法	時 期・回 数	判 定 基 準
試 料 採 取	JIS A 1115	—	—
ス ラ ン プ	JIS A 1101	毎日1回 打込み中に品質変化 が認められた時	スランプの許容差(cm)
			目標スワップ値 許容差(%)
			8未満 ±1.0
			8以上18以下 ±2.5
			空気量の許容差
空 気 量	JIS A 1116 JIS A 1118 JIS A 1128		区 分 許容差(%)
			普通コンクリート ±1.0
圧縮強度 (標準養生)	JIS A 1108 ただし、養生は標準 養生とする 材令：28日	毎日1回 供試体は同一のバッチ から合計3個採取する	材令28日の供試体3個の 圧縮強度の平均値が σ_{ck} 以上であること、かつ1 回の試験結果が σ_{ck} の85 %以上であること
圧縮強度 (部材同一養生)	JIS A 1108 ただし、養生は部材 と同一養生とする 材令：脱型時 出荷日 保証日 (σ_{ck})	毎日1回 供試体は各材令につ き、同一のバッチか ら合計3個採取する	脱型時、出荷日、保証日 における供試体3個の圧 縮強度の平均値が各材令 時所要強度以上であるこ と、かつ1回の試験結果 が σ_{ck} の85%以上である こと
塩 化 物 量	土木学会規準「海砂の塩化物含有率 試験方法(簡易測定法)(案)」または「同・(滴定 法)(案)」に準 じた方法	週1回以上	塩化物総量0.30kg/m ³ 以下

②について 鉄筋は、これを用いる前にその品質が JIS G 3112 に適合したSD 295A、SD 295B、SD 345であることを確かめなければならない。ただし、その材質、形状、寸法、重量等が上記規格に合格したものであることが確認された場合には、その品質を確かめるための試験は省略してもよい。

③について モルタル充填継手に用いる材料の品質検査は、

- ・スリーブ
- ・充填するモルタル

等について、『鉄筋継手指針』により行うものとする。

なお、充填材に用いるモルタルは、JIS R 5210（ポルトランドセメント）に規定されるセメントを主硬化材としたもので、流動性試験結果、圧縮強度試験結果、ならびに膨張収縮試験結果の値が、解表 5. 2. 2 に示す性能に適合するものでなければならない。

解表 5. 2. 2 モルタルの性能

コンステッソー ¹⁾	圧 縮 強 度 ²⁾				膨張率 ³⁾
	σ_1	σ_3	σ_7	σ_{28}	
5～13(秒)	150kgf/cm ² 以上	300kgf/cm ² 以上	450kgf/cm ² 以上	650kgf/cm ² 以上	0(%)以上
	1.47kN/cm ² 以上	2.94kN/cm ² 以上	4.41kN/cm ² 以上	6.37kN/cm ² 以上	

(注) 1) $\phi 70\text{mm}$ (上端内径) $\times \phi 14\text{mm}$ (下端内径) $\times 395\text{mm}$ (高さ) のロートを用い、土木学会規準「流動性試験方法」による。

2) $\phi 5\text{cm}$ (直径) $\times 10\text{cm}$ (高さ) の寸法の供試体を標準養生し、JIS A 1108-1976 (コンクリートの圧縮強度試験方法) による。

3) 土木学会規準「膨張コンクリート設計施工指針(案)」に規定する膨張材を用いた充填モルタルの膨張率試験方法による σ_7 以後の値とする。

5. 3 部材出来形検査

プレキャスト擁壁の部材は、製作後直ちに部材出来形検査を実施し、所要の品質基準で製作されていることを確認しなければならない。

【解説】部材の出来形検査は、現場での据付精度を考慮して全数検査を基本とする。検査項目、方法、判定基準は、解表 5. 3. 1 によるものとする。

解表5. 3. 1 部材の検査方法

項 目	検 査 方 法	頻度	判 定 基 準
形 状 ・ 寸 法	スチールテープ、水系等による実測	全数	許容以内であること
ひ び わ れ	クラックスケール等による実測		有害なひびわれがないこと
欠 け	目 視		有害な欠けがないこと
外観の仕上がり状態	目 視		汚れ等のないこと
モルタル充填継手の位置	スチールテープ等による実測		許容差以内であること

なお、参考として、平成6年度10月に実施した実物大組立実験の試験体製作時に設定した形状・寸法の許容差を巻末に示す。

5. 4 モルタル充填継手の管理

モルタル充填継手の施工の良否は、プレキャスト擁壁の耐力、耐久性等に影響を及ぼすので、施工に際しては十分な配慮を講じ、その管理を行わなければならない。

【解説】プレキャスト擁壁の完成構造物が、その機能を十分維持するためには、各部材の品質が確保されるとともに、モルタル充填継手の品質が確実に確保されなければならない。このため、モルタル充填継手の管理に際しては、継手位置が同一断面に集中していることから、下記の事項について留意し、『鉄筋継手指針』により、十分管理するものとする。

- ①継手の品質
- ②継手の位置
- ③継手の取付状態
- ④充填モルタルの品質
- ⑤充填モルタルの注入
- ⑥継手部の養生

5. 5 完成構造物検査

プレキャスト擁壁は、部材の組立完成後、直ちに、完成構造物が所定の許容値内で造られていることを確認しなければならない。

【解説】管理項目は、以下の項目について行うものとする。

- ①延長
- ②立壁高さ
- ③天端高さ
- ④基準線への出入り
- ⑤継手部の状態

なお、完成構造物検査を行うには、工事の実施に先立ち、管理項目、検査方法、管理基準等を予め定めておく必要がある。

Ⅲ. ボックスカルバート編

1. 適用範囲

(1) 本技術資料は鉄筋コンクリート製プレキャストボックスカルバート（以下ボックスカルバートと略す。）の設計、施工について規定する。

(2) 本技術資料で規定するボックスカルバートは、下記の条件について適用するものとする。

1) 使用目的

水路、道路に用いるものとする。

2) 土被りの範囲

土被りは、3.0 m以下を原則とする。

3) 形状

単層一連で内幅×内高が7.0 m×5.5 m以下のものとする。

【解説】本技術資料の基本的な適用条件と記述内容を示したものである。本技術資料で対象とするボックスカルバートは、頂版、底版についてはP C鋼棒(JIS G 3109)を使用したポストテンション方式のプレストレストコンクリート部材とし、側壁については鉄筋コンクリート部材として設計している。

使用目的は、道路下に埋設される水路、道路とした。

2. 設計

2. 1 設計の基本方針

ボックスカルバートの設計は、許容応力度法に基づいて行うこととする。

【解説】限界状態設計法は、構造物または部材が設計耐用期間中にその機能をはたさなくなり、設計の目的を満足しなくなるすべての限界状態について検討することを原則とした合理的な設計法であるが、実務レベルでは広く採用されていないことから、本技術資料においても許容応力度設計法に基づいて設計を行うこととした。

したがって、ボックスカルバートの部材の安全の確認は、コンクリートおよび鉄筋の応力度がそれぞれの許容応力度以下であることを照査することにより行うものとする。

なお本技術資料に記載されている事項は、平成7年1月17日早朝に発生した兵庫県南部地震以前の知見をもとに作成されたものであり、この阪神大震災による新しい知見により既往の指針、基準類が変更される場合、あるいは通達等によって荷重、構造細目等が見直される場合には、本技術資料もこれに倣うものとする。

2. 2 設計の流れ

ボックスカルバートの設計を行う場合は、図 2. 2. 1 に示す設計手順によるものとする。

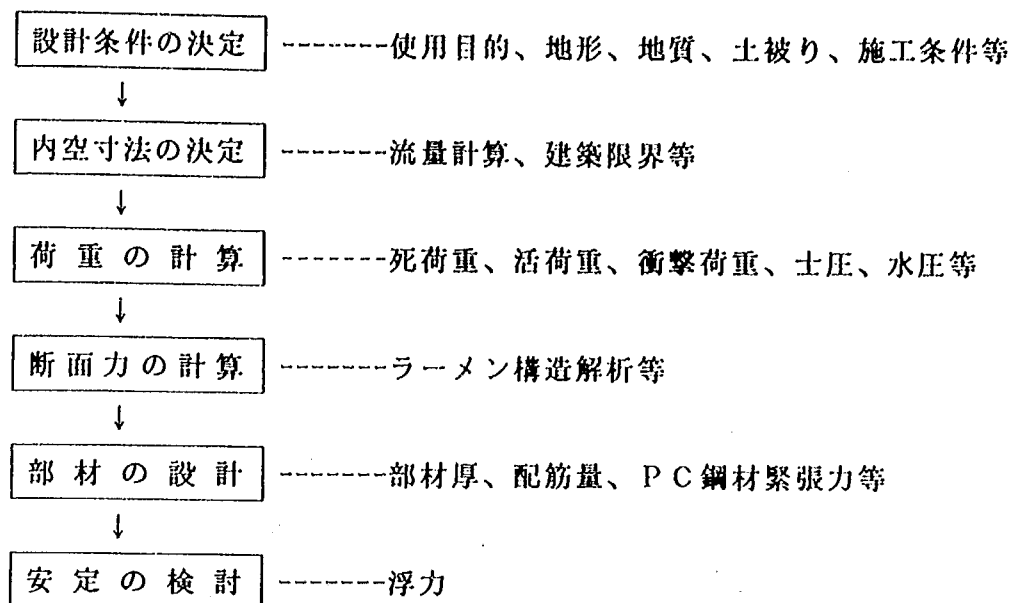


図 2. 2. 1 設計の流れ

【解説】ボックスカルバートの設計に対する基本的流れを示したものであり、合理的かつ経済的な計画、設計を行うこととする。

2. 3 荷重

2. 3. 1 死荷重

死荷重の算出には、次に示す単位体積重量を用いてもよい。ただし、実重量が明らかなものは、その値を用いるものとする。

鉄筋コンクリート	2.50tf/m ³
無筋コンクリート	2.35tf/m ³
アスファルトコンクリート	2.30tf/m ³
土（地下水位以上）	1.8 tf/m ³
土（地下水位以下）	0.9 tf/m ³

【解説】材料の単位重量は個々の場合で異なり、できればあらかじめ実重量を明らかにするのが望ましいが、測定値がない場合はこの条に示す値を採用してもよい。

2. 3. 2 活荷重

活荷重は、(式 2. 3. 1)、(式 2. 3. 2) に示す T 荷重とする。

$$P_{v1} = \frac{2 P_1 (1 + i) \times \beta}{2.75 (2h + 0.2)} \quad (\text{式 2. 3. 1})$$

$$P_{v2} = \frac{2 P_2 (1 + i)}{2.75 (2h + 0.2)} \quad (\text{式 2. 3. 2})$$

ここに、 P_{v1} : 後輪活荷重による鉛直荷重(tf/m²)

P_{v2} : 前輪活荷重による鉛直荷重(tf/m²)

P_1 : T 荷重の後輪荷重(=10.0tf)

P_2 : T 荷重の前輪荷重(=2.5tf)

h : 土被り(m)

i : 衝撃係数(=0.3)

β : 断面力の低減係数

$\left\{ \begin{array}{ll} \text{土被り } h \leq 1\text{m} \text{かつ内空幅 } B' \geq 4\text{m} \text{の場合} & \beta = 1.0 \\ \text{上記以外の場合} & \beta = 0.9 \end{array} \right.$

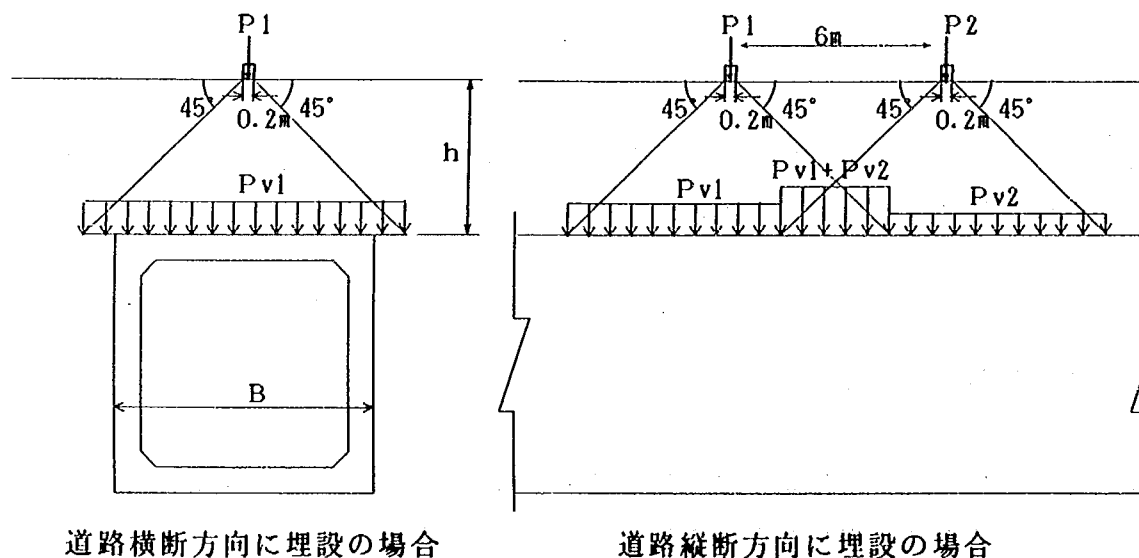


図 2. 3. 1 活荷重図

【解説】自動車荷重は、道路横断方向には制限なく載荷させるものとし、車の占有幅2.75mの範囲に分布するものとする。車両進行方向については、設置幅0.2mで45°に分布するものとする。

・前輪荷重の影響

道路縦断方向に埋設される場合、土かぶりが2.9mより浅い場合は後輪のみの活荷重とし、2.9mより深い場合は前輪の影響も考慮するものとする。

$$h < 2.9\text{m} \quad P_v = P_{v1} \quad (\text{解式 2. 3. 1})$$

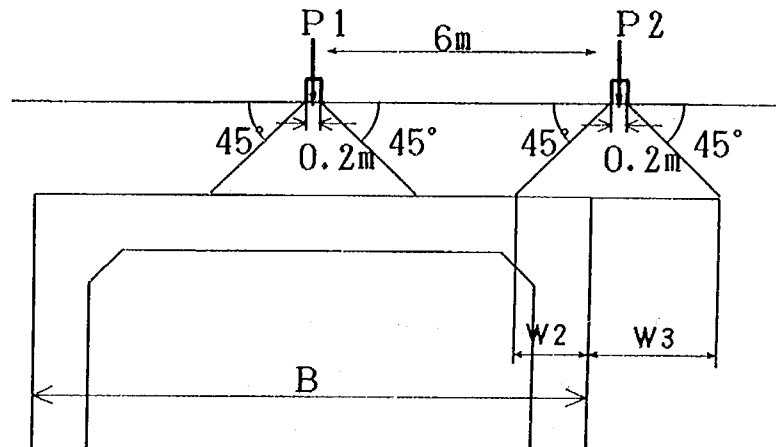
$$h \geq 2.9\text{m} \quad P_v = P_{v1} + P_{v2} \quad (\text{解式 2. 3. 2})$$

ここに、 P_v ：ボックスカルバート上面に作用する鉛直活荷重(tf/m^2)

道路横断方向に埋設される場合、ボックスカルバートの支間が大きくなると前輪の影響が生じる。この場合、後輪荷重 P の載荷位置は支間中央とし、前輪荷重 P_{v2} による分布荷重のボックスカルバートにかかる部分を載荷する。

$$\text{載荷幅} \quad W2 = \frac{B}{2} + h - 5.9$$

また、 $W3$ の部分による影響は、水平荷重として考慮する。



解図 2. 3. 1 道路横断方向埋設時の前輪の影響

2. 3. 3 衝撃荷重

活荷重による衝撃係数は、 $i=0.3$ とする。

【解説】衝撃係数は、土かぶりにより変化するものであるが、本技術資料で対象としている土かぶりは3.0m程度以下であることから、 $i=0.3$ としてよい。

2. 3. 4 土圧

(1) 鉛直土圧

ボックスカルバートの上面に作用する鉛直土圧は、(式2. 3. 3)、(式2. 3. 4)による。

(a)地下水位以上の場合

$$P_{vd} = \alpha \cdot \gamma_t \cdot h \quad (\text{式2. 3. 3})$$

ここに、 P_{vd} ：鉛直土圧(tf/m²)

α ：基礎の状態による割増し係数(=1.0)

γ_t ：土の単位体積重量(tf/m³)

h ：土被り(m)

(b)地下水位以下の場合

$$P'_{vd} = \alpha \cdot \{ \gamma_t \cdot h_w + \gamma_t' (h - h_w) \} + (h - h_w) \cdot w_o \quad (\text{式2. 3. 4})$$

ここに、 P'_{vd} ：鉛直土圧(tf/m²)

γ_t' ：地下水位以下の土の単位体積重量(tf/m³)

h_w ：地表面から地下水位までの深さ(m)

w_o ：水の単位体積重量(tf/m³)(=1.0)

(2) 水平土圧

ボックスカルバートの側面に作用する水平土圧は、(式2. 3. 5)、(式2. 3. 6)による。

(a)地下水位以上の場合

$$P_h = K_o \cdot \gamma_t \cdot h_i \quad (\text{式2. 3. 5})$$

ここに、 P_h ：任意点のボックスカルバートの側面に作用する水平土圧(tf/m²)

K_o ：静止土圧係数 (0.4~0.7程度)

γ_t ：土の単位体積重量(tf/m³)

h_i ：地表面より任意点までの深さ(m)

(b)地下水位以下の場合

$$P'_h = K_o \cdot \{ \gamma_t \cdot h_w + \gamma_t' (h_i - h_w) \} \quad (\text{式2. 3. 6})$$

ここに、 P'_h ：任意点のボックスカルバートの側面に作用する水平土圧(tf/m²)

【解説】(1)について ボックスカルバートの埋設形態が溝型の場合で、かつ直接基礎が対象となる場合は、鉛直土圧の割増係数は一般に $\alpha = 1.0$ としている。本技術資料で取扱うボックスカルバートもこのような埋設形態がほとんどであり $\alpha = 1.0$ としている。

(2)について 静止土圧係数 K_o は、土質や締固めの方法によって異なり0.4~0.7の範囲にあるとされているが、通常の砂質土や粘性土(液性限界： $w_L < 50\%$)に対しては、一般に $K_o = 0.5$ と考えてよい。

2. 3. 5 水圧

静水圧の大きさは（式 2. 3. 7）による。

$$P_{hw} = w_o \cdot (h_i - h_w) \quad (\text{式 2. 3. 7})$$

ここに、 P_{hw} ：任意点のボックスカルバートの側面に作用する静水圧(tf/m²)

w_o ：水の単位体積重量(tf/m³)(=1.0)

h_i ：地表面より任意点までの深さ(m)

h_w ：地表面より地下水位までの深さ(m)

【解説】水圧は地盤の状況によっては三角形分布とならず、ある深さから分布が異なる場合もあるが、間隙水圧等の調査によって明らかである場合は、その値まで低減してよいこととする。なお、埋戻しにおける水圧は、ほぼ理論水圧が働くものと考えてよい。

2. 3. 6 浮力

浮力は、ボックスカルバートの安定に最も不利になるように、鉛直方向に作用するものとする。

【解説】ここでいう浮力とは、地盤中または地盤とボックスカルバートの間に間隙水が存在する場合に、本体底面に作用する上向きの静水圧によって生じる力をいう。

地下水位が高く、土かぶりの少ない箇所については、（解式 2. 3. 3）に基づいて浮き上がりに対する安全率 F_s を求めるものとする。

$$F_s = (W_s + W_b) / P_{wb} \geq 1.2 \quad (\text{解式 2. 3. 3})$$

ここに、 W_s ：上載土荷重(tf/m)

W_b ：躯体の重量(tf/m)

P_{wb} ：本体底面に作用する上向きの水圧(tf/m)

躯体の自重は、ボックスカルバート本体のみとする。また、上載土のせん断抵抗と本体側壁部分の摩擦抵抗は、考慮しないものとする。上載土荷重の計算に当たっては、水の重量も考慮し、湿潤重量を用いるものとする。

2. 3. 7 その他の荷重

ボックスカルバートに作用する荷重には、自重、ボックスカルバート上の活荷重、土圧、水圧、浮力の他に、ボックスカルバート内の水圧、ボックスカルバート内の活荷重、地震荷重、地盤変動の影響等があり、これらの荷重が特に問題となる場合はそれらの影響を考慮しなければならない。

【解説】設計に当たって考慮する荷重を示したものであり、その荷重による影響が特に問題となる場合に考慮しなければならない。

2. 3. 8 荷重の組合せ

ボックスカルバートの断面力の算定に用いる荷重の組合せは、図 2. 3. 2 の 2 通りの組合せについて、それぞれ地下水位の無い場合および地下水位のある場合について計算を行い、求まった各点の曲げモーメント及びせん断力のうち、部材に不利な曲げモーメント及びせん断力で断面計算を行うものとする。

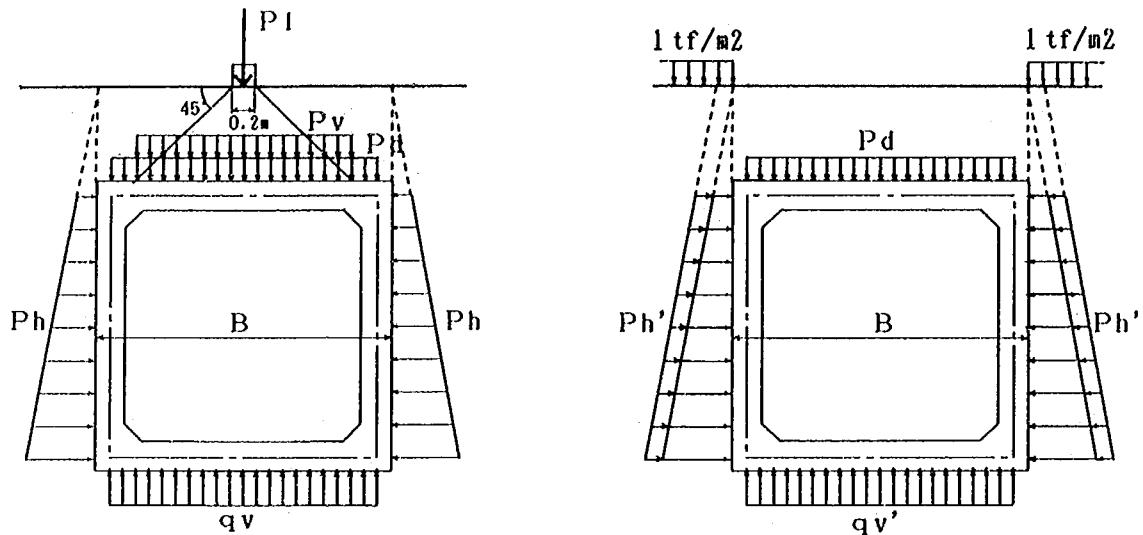


図 2. 3. 2 荷重の組み合わせ

$$P_d = P_{vd} + D_1 / B \quad (\text{式 2. 3. 8})$$

$$P_h' = P_h + 1.0 \cdot K_o \quad (\text{式 2. 3. 9})$$

$$q_v = P_v + P_d + D_2 / B \quad (\text{式 2. 3. 10})$$

$$q_v' = P_d + D_2 / B \quad (\text{式 2. 3. 11})$$

ここに、 P_v : 活荷重による鉛直荷重(tf/m^2)

P_{vd} : 鉛直土圧(tf/m^2)

P_h : 水平土圧(tf/m^2)

K_o : 静止土圧係数

D_1 : 頂版重量(tf)

D_2 : 両側壁重量(tf)

B : ボックスカルバート幅(m)

【解説】図 2. 3. 2 は、ボックスカルバート上に輪荷重が載荷される場合と、ボックスカルバート側面に輪荷重の影響を受ける場合の荷重組合せ図である。計算はそれぞれの場合に対して行い、また、各荷重組合せに対し、地下水位のない場合およびある場合について計算し、大きい方の断面力に対して設計を行うこととした。

2. 4 材料特性

2. 4. 1 コンクリート

(1) ヤング係数

不静定力あるいは、弾性変形の算出、及びP C部材の設計計算に用いるヤング係数は、表2. 4. 1に示す値とする。

表2. 4. 1 コンクリートのヤング係数
(kgf/cm²)

設 計 基 準 強 度	σ_{ck}	400
ヤ ン グ 係 数	E。	3.1×10^5

鉄筋コンクリート部材の応力度の算出に用いるヤング係数比nは15とする。

(2) クリープ係数

プレストレス力の減少量、及び不静定力を算出する場合のコンクリートのクリープ係数は、表2. 4. 2に示す値とする。

表2. 4. 2 コンクリートのクリープ係数

持続荷重を載荷したときのコンクリートの材令(日)		4~7	14	28
ク リ ー プ 係 数	普 通 ポ ル ト ラ ン ド セ メ ン ト 使 用	2.8	2.5	2.2

(3) 乾燥収縮度

プレストレス力の減少量を算出する場合の乾燥収縮度は、表2. 4. 3に示す値とする。

表2. 4. 3 コンクリートの乾燥収縮度

プ レ ス ト レ ス を 導 入 す る と き の コ ン ク リ ー ト の 材 令 (日)	4~7	28
乾 燥 収 縮 度	20×10^{-6}	18×10^{-6}

不静定力を算出する場合の標準的な乾燥収縮度は、 15×10^{-6} とする。

(4) 熱膨張係数

熱膨張係数は、一般に $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とする。

【解説】 本技術資料におけるボックスカルバート部材の製作は、工場製作を前提としているため、コンクリートの設計基準強度を400kgf/cm²とした。

2. 4. 2 鋼材

(1) ヤング係数

鋼材のヤング係数は、一般に表 2. 4. 4 に示す値とする。

表 2. 4. 4 鋼材のヤング係数
(kgf/cm²)

鋼 材 の 種 類	ヤ ン グ 係 数
鉄 筋	2.1×10^6
P C 鋼 材	2.0×10^6

(2) リラクセーション率

プレストレスの減少量を算出する場合の P C 鋼材の見かけのリラクセーション率は表 2. 4. 5 に示す値とする。

表 2. 4. 5 P C 鋼材の見かけのリラクセーション率

鋼 材 の 種 類	見かけのリラクセーション率
P C 鋼 棒	3 %

(3) 熱膨張係数

熱膨張係数は、一般に $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ とする。

【解説】(2)について P C 鋼材をプレストレスコンクリートに用いる場合には、コンクリートの乾燥収縮、クリープなどによって、最初に与えた P C 鋼材引張ひずみが時間とともに減少するため、ひずみ一定のもとで行う P C 鋼材のリラクセーション試験で測定した値より P C 鋼材引張応力度の減少量は少ないので小さなリラクセーション率となる。これを見かけのリラクセーション率という。

2. 5 材料強度および許容応力度

2. 5. 1 コンクリート

(1) プレストレストコンクリート部材に対する許容応力度は表 2. 5. 1 に示す値とする。

表 2. 5. 1 コンクリートの材料強度および許容応力度
(kgf/cm²)

設計基準強度		σ_{ck}	400
プレストレス導入時強度		σ_{ps}	350
プレストレス 導入直後	許容曲げ圧縮応力度	σ_{cat}	190
	許容曲げ引張応力度	σ_{tat}	20
	許容軸圧縮応力度	σ_{ca}	145
設計荷重作用時	許容曲げ圧縮応力度	σ_{caw}	150
	許容曲げ引張応力度	σ_{taw}	25
死荷重作用時許容曲げ引張応力度		σ_{taw}'	0

(2) 鉄筋コンクリート部材に対する許容応力度は表 2. 5. 2 に示す値とする。

表 2. 5. 2 コンクリートの材料強度および許容応力度
(kgf/cm²)

設計基準強度	σ_{ck}	400
許容曲げ圧縮応力度	σ_{ca}	140

(3) コンクリート部材に対する許容せん断応力度は表 2. 5. 3 に示す値とする

表 2. 5. 3 コンクリートの材料強度および許容せん断応力度
(kgf/cm²)

設計基準強度	σ_{ck}	400
許容せん断応力度	τ_a	5.5

(4) コンクリート部材に対する許容付着応力度は表 2. 5. 4 に示す値とする。

表 2. 5. 4 コンクリートの許容付着応力度
(kgf/cm²)

設計基準強度	σ_{ck}	400
異形棒鋼	τ_{oa}	20

【解説】 鉄筋コンクリート部材のせん断力に対して照査を行う場合の許容せん断応力度は、表 2. 5. 3 に示す値を基本として割増しを考慮することができる。それらについては、2. 6. 3 によるものとする。

2. 5. 2 鉄筋

鉄筋の許容応力度は、表 2. 5. 5 に示す値とする。

表 2. 5. 5 鉄筋の許容応力度

(kgf/cm²)

応力度、部材の種類		鉄筋の種類	SD 295A SD 295B	SD 345
許容引張応力度	荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含まない場合の基本値	1) 一般の部材	1,800	1,800
		2) 水中あるいは地下水位以下に設ける部材	1,600	1,600
	3) 荷重の組合せに衝突荷重あるいは地震の影響を含む場合の許容応力度の基本値		1,800	2,000
	4) 鉄筋の重ね継手長あるいは定着長を算出する場合の基本値		1,800	2,000
	5) 許容圧縮応力度		1,800	2,000

2. 5. 3 P C 鋼材

P C 鋼材の許容応力度は、表 2. 5. 6 に示す値とする。

表 2. 5. 6 P C 鋼材の許容応力度

(kgf/cm²)

種 類	記 号	σ_{pu}	σ_{py}	σ_{pi}	σ_{pt}	σ_{pw}
A種2号	SBPR 785/1030	10500	8000	7200	6800	6000
B種1号	SBPR 930/1080	11000	9500	8500	7700	6600
B種2号	SBPR 930/1180	12000	9500	8500	8070	7120
C種1号	SBPR1080/1230	12500	11000	9900	8750	7500

ここに、 σ_{pu} : P C 鋼棒の引張強さ

σ_{py} : P C 鋼棒の降伏点

σ_{pi} : P C 鋼棒のプレストレスング時の許容引張応力度

σ_{pt} : P C 鋼棒のプレストレスング直後の許容引張応力度

σ_{pw} : P C 鋼棒の設計荷重作用時の許容引張応力度

【解説】P C 鋼棒(JIS G 3109)は、部材の緊張力に応じ選択するものとする。

また、表 2. 5. 6 に示す P C 鋼材の許容応力度は、以下の考え方により算出したものである。

- ・ σ_{pi} は、 $0.80\sigma_{pu}$ あるいは $0.90\sigma_{py}$ のうち小さい方の値。
- ・ σ_{pt} は、 $0.70\sigma_{pu}$ あるいは $0.85\sigma_{py}$ のうち小さい方の値。
- ・ σ_{pw} は、 $0.60\sigma_{pu}$ あるいは $0.75\sigma_{py}$ のうち小さい方の値。

2. 5. 4 モルタル充填継手

モルタル充填継手の鉄筋の許容引張応力度は、継手位置が一断面に集中するため、静的耐力性能、施工等に起因する信頼度を考慮して、鉄筋母材の値の90%とする。

【解説】擁壁編 2. 5. 3 の解説によるものとする。

2. 6 断面力の算定

2. 6. 1 断面力の算定方法

ボックスカルバートの断面力の算定は、図2. 6. 1に示すラーメン構造として解析するものとし、部材節点部の剛域による影響は考慮しないものとする。また、ラーメンの軸線は、部材断面の図心を結ぶ線とし、ハンチの影響は考慮しないものとする。

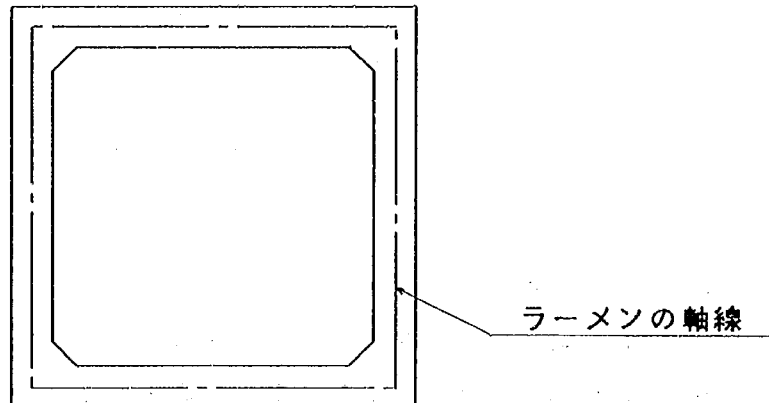


図2. 6. 1 ボックスカルバートの軸線

2. 6. 2 隅角部の設計曲げモーメント

隅角部の設計曲げモーメントは、図2. 6. 2に示すように、部材の内面に等高移動させハンチは1 : 3の傾きで有効断面として計算する。

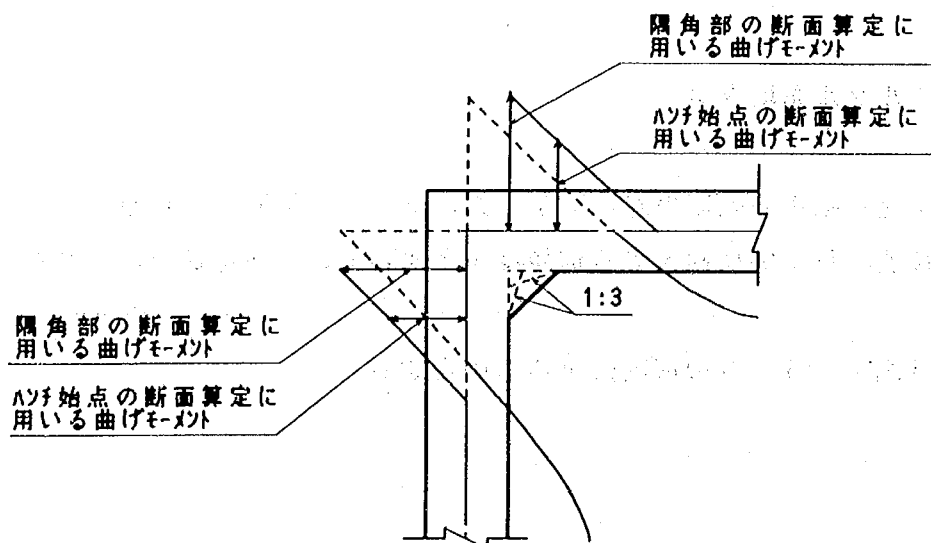


図2. 6. 2 隅角部の設計曲げモーメント

【解説】部材端の曲げモーメントに対する断面の検討を行う場合、ハンチは図2. 6. 2に示す1 : 3の傾きまでを有効とする。

2. 6. 3 セン断応力度の照査方法

部材のせん断応力度の照査は、図2. 6. 3に示すように $X = 0 \sim 2d$ の範囲内で行うものとする。ただし分布荷重の場合は、 $X = 0$ 、 $X = 2d$ の2箇所で行うものとし、 $X = 0$ における有効高は $X = 2d$ の位置の有効高さをを用いるものとする。この場合の許容せん断応力度は、表2. 5. 3に示した値に(式2. 6. 1)で求められる α の値を乗じたものとしてよい。

$$\alpha = 2 - \frac{X}{2d} \quad \text{ただし、} \quad 1 \leq \alpha \leq 2 \quad (\text{式2. 6. 1})$$

ここに、 X : 照査位置の支点からの距離(m)

d : 部材の有効高さ(m)

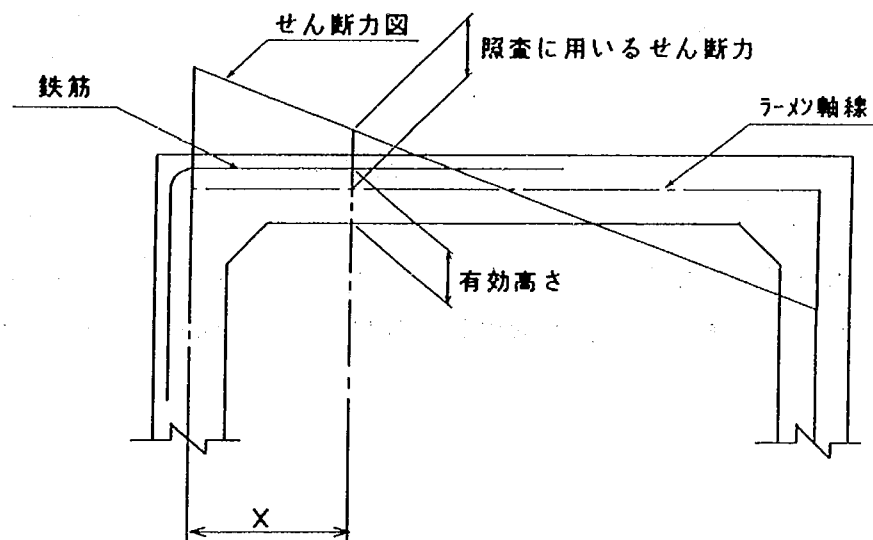


図2. 6. 3 セン断力に対する照査位置

【解説】部材のせん断応力度は、せん断力を有効高さ d で割った平均せん断応力度とする。このとき、部材に生ずる平均せん断応力度が本技術資料による割増し後の許容せん断応力度を超える場合には、部材断面の再検討を行うものとする。

2. 7 接合部の設計方法

2. 7. 1 分割方法

横断方向の分割方法は、運搬・施工性を考慮し、図 2. 7. 1 に示す位置において分割することとする。

縦断方向の分割寸法は、部材重量・サイズ等を考慮し、1 m を標準とする。

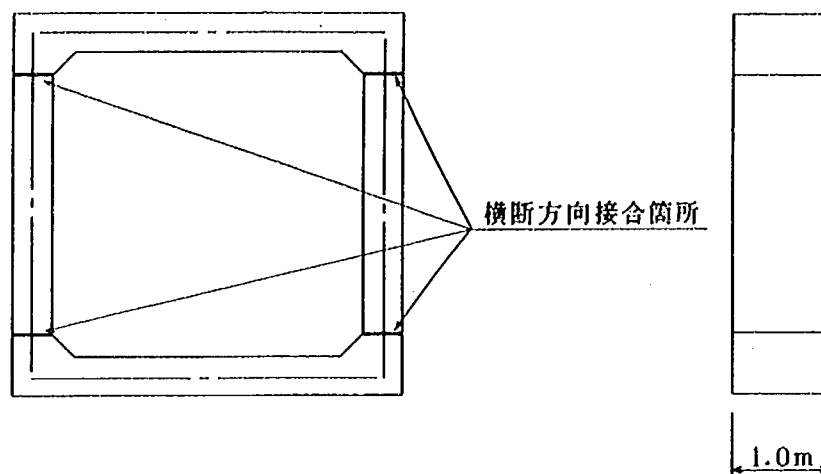


図 2. 7. 1 分割位置

【解説】本技術資料で対象としているボックスカルバートの寸法は、最大内空7.0m×5.5m程度と大きいため、運搬・施工性を考慮し4分割とし、1部材の重量を10tf程度とした。

2. 7. 2 横断方向接合部の設計方法

横断方向の接合面における鉛直主鉄筋の接合は、強度・耐久性・施工性等を考慮しモルタル充填継手とする。横断方向接合部の設計方法は、モルタル充填継手を用いるため継手位置が集中するので、2. 5. 4で示したように許容引張応力度を鉄筋母材の値の90%として、応力度の照査を行うものとする。

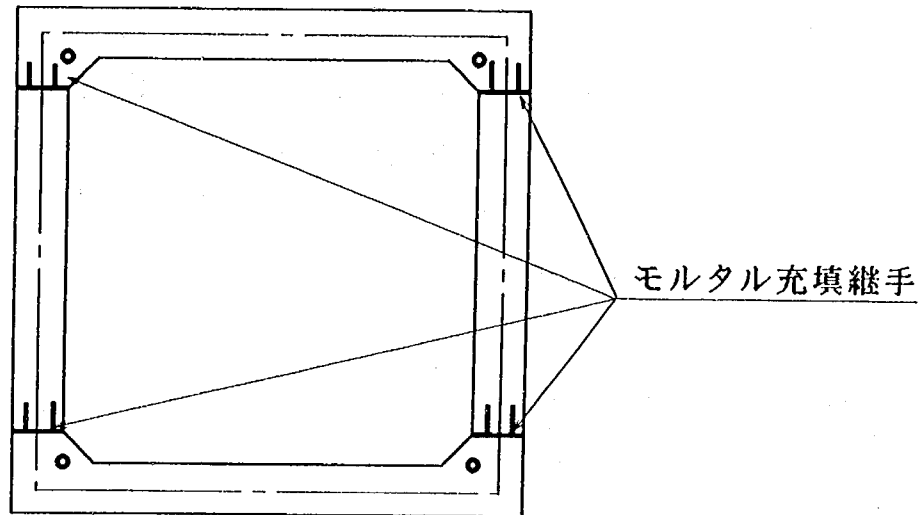


図 2. 7. 2 横断方向接合方法

【解説】横断方向接合方法は次の理由により、モルタル充填継手とした。

- ・ 継手部分の耐久性に優れていること。
- ・ 面の目開きやずれがないこと。
- ・ 鉄筋が連続しており、継手部分の強度に優れていること。

なお継手位置が集中するため、継手部における応力度の照査は、2. 5. 4で示すように許容応力度を鉄筋母材の値の90%に低減して行うものとした。

継手部へのモルタルの注入は、4. 5. 4 接合工に示すように、各ブロックごとの一括注入方法とした。ブロック間のモルタル漏出防止のための仕切は、モルタル仕切壁方法とゴムガスケットによる方法がある。ゴムガスケットによる方法を行う場合は、ゴムガスケット部が断面欠損となるので、応力計算時の断面幅を低減する必要がある。

2. 7. 3 縦断方向接合部の設計方法

縦断方向接合部の設計方法は、ボックスカルバートの底版ブロック重量を算出し、(式 2. 7. 1) によりプレストレス直後の緊張力を求め、縦断方向の P C 鋼棒の径を決めるものとする。

$$\left. \begin{array}{l} P t \geq f / 2 \\ f = \mu \cdot W \cdot n \end{array} \right\} \quad (\text{式 2. 7. 1})$$

ここに、 f : 摩擦力(kgf)

W : ボックスカルバート底版 1 ブロック重量(kgf)

μ : ボックスカルバートと均しコンクリートの摩擦係数

n : ボックスカルバート底版ブロック数(個)

$P t$: 1 箇所あたりプレストレス直後の緊張力(kgf)

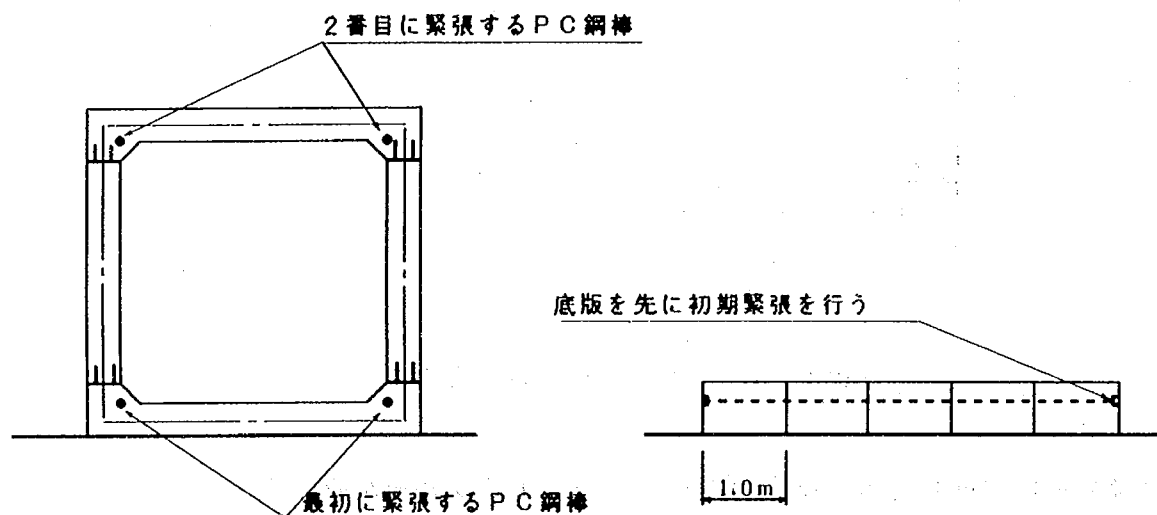


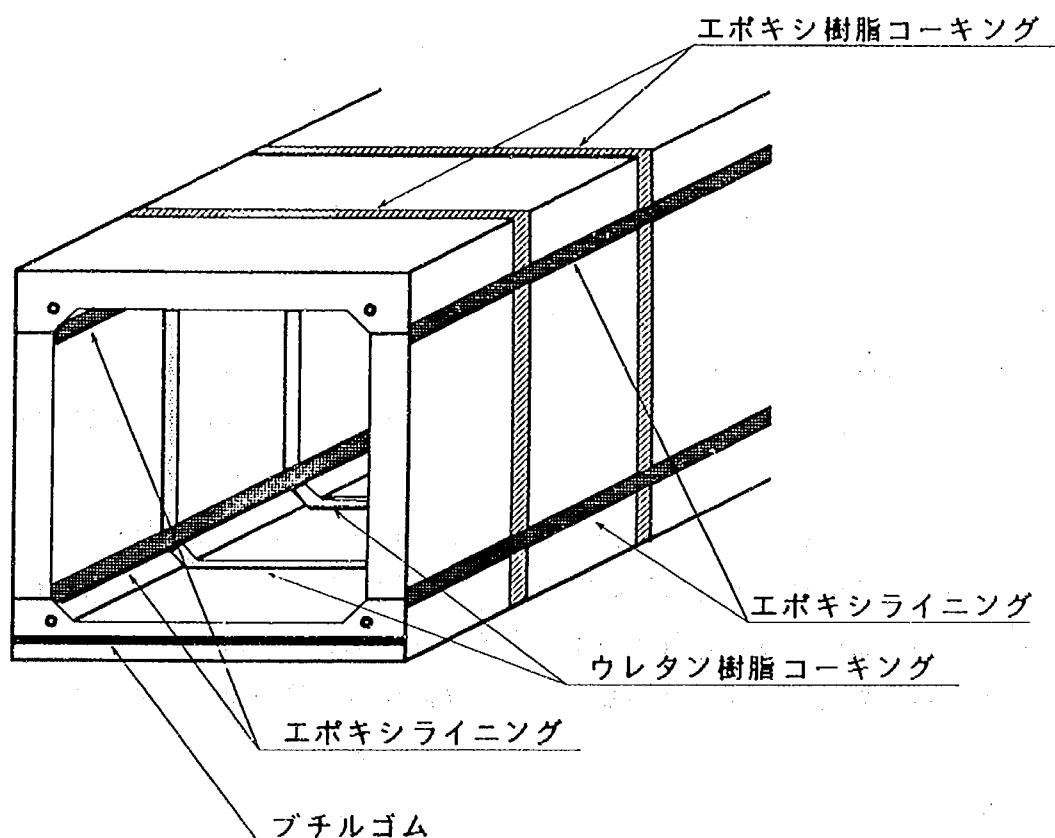
図 2. 7. 3 縦断方向接合方法

【解説】ボックスカルバートと均しコンクリートの摩擦係数は $\mu = 1.0$ (通常は 0.6 程度であるが、安全性を考慮して) とする。また初期緊張は底版の P C 鋼棒を 2 箇所同時に行うものとする。

2. 8 防水工の設計

ボックスカルバート継手部は、防水性確保のために、用途に応じ適当な防水を行うものとする。

【解説】ボックスカルバートは、使用目的（水路、道路）に応じて防水方法が異なる。そのため、用途に応じてエポキシ樹脂コーキング、エポキシライニング、ウレタン樹脂コーキングおよびブチルゴム等にて防水を行うこととする。以下に防水方法の一例を示す。



解図 2. 8. 1 防水方法

2. 9 構造細目

2. 9. 1 スリーブの寸法

(1) スリーブは、継手部鉄筋の規格上の区分、ふし形状、継手が受ける応力状態、継手の重要度等に応じ、継手性能が保証された寸法のものでなければならない。

(2) スリーブの断面積は、スリーブの中央の溝のある部分で、鉄筋断面積の1.4倍以上を標準とする。

(3) スリーブ長さは、原則として、鉄筋直径の14倍以上とする。

【解説】 (1) について モルタル充填継手による鉄筋継手の性能は、用いるスリーブの長さおよび断面積によって左右される。継手が所定の性能を発揮するために必要となるスリーブの寸法は、鉄筋の規格上の区分および形状等によっていくぶん相違する。従って、スリーブには、用いる鉄筋に応じて、所定の継手性能を満足することが保証された寸法のものを用いなければならない。

(2) について SD395の鉄筋の規格引張強度 57kgf/mm^2 は、『鉄筋継手指針』に規定されたスリーブの材質の規格降伏点 42kgf/mm^2 の1.36倍である。スリーブ断面積は、スリーブが铸造製品（またはそれと同等以上）であることを考え、規格降伏点を基準とし鉄筋断面積の1.4倍以上とした。

(3) について 継手が『鉄筋継手指針』に規定する静的耐力性能A級の性能を発揮するためには、一方の鉄筋は少なくとも鉄筋直径の6.5倍（両方で13倍）スリーブ内に挿入される必要のあることが実験により示されている。実際には、鉄筋の切断ならびに組立などにおける施工誤差があるので、スリーブの長さは、鉄筋直径の14倍以上と定められている。

2. 9. 2 かぶり

継手部に用いるスリーブは、鉄筋と同様にコンクリートに十分包まれなければならない。ここで、鉄筋のかぶりの最小値は、表2. 9. 1に示す値とし、モルタル充填継手部についても同様の値を確保するものとする。ただし、鉄筋直径以上とする。

表2. 9. 1 鉄筋のかぶり

	鉄筋のかぶり
一般の環境	20mm
腐食性環境	35mm
特に厳しい腐食性環境	40mm

【解説】 鉄筋、スリーブをコンクリートで十分に包むことは、それぞれが十分な付着強

度を発揮し、錆びるのを防ぐとともに、火災に対して保護する上でも重要なことである。

ここで示した数値は、工場製品であることによる低減を行った値であるが、十分な耐食性を必要とする場合には、この低減を行わないのが望ましい。

継手部に帯鉄筋またはスターラップがある場合も、これらの鉄筋に対して所要のかぶりを確保できるように留意する必要がある。

表 2. 9. 1 は、『標準示方書』の一般構造細目のはりのかぶりの規定を、工場製品として引用したものである。『標準示方書』ではかぶりの最小値を、(解式 2. 9. 1) で規定している。

$$C_{min} = \alpha \times k \times C_0 \quad (\text{解式 2. 9. 1})$$

ここに、 C_{min} : 最小かぶり

α : コンクリートの設計規準強度による低減

($350\text{kgf/cm}^2 \leq \sigma_{ck}$ の場合 $\alpha = 0.8$)

k : 工場製品に対する低減 ($k = 0.8$)

C_0 : 基本のかぶり

解表 2. 9. 1 基本のかぶり

	は り
一般の環境	30mm
腐食性環境	50mm
特に厳しい腐食性環境	60mm

2. 9. 3 鉄筋のあき

軸方向鉄筋の水平のあきは、2cm以上、粗骨材の最大寸法の4/3倍以上、鉄筋の直径以上としなければならない。

また、モルタル充填継手部においては、スリーブと隣接鉄筋のあき、またはスリーブとスリーブとのあきは、粗骨材の最大寸法以上とする。

【解説】 継手部と隣接する鉄筋との間、または継手部相互の間に主としてコンクリートの施工上から必要となる最小のあきを示した。

2. 9. 4 異種径の継手

2. 7. 2の接合方法により継手箇所が1箇所集中し、継手の集中度が $1/2$ を超えるため、径の異なった鉄筋を継ぐ場合は、原則として異なった径の鉄筋の断面積の比を $3/4$ 以上とする。

【解説】この条は、異種径の継手を設けた断面での鉄筋量の変化を原則として $1/4$ 未満に保つことを規定したものである。

継手を設ける断面で鉄筋量に余裕のある場合には、径の小さい鉄筋で接続することにより鉄筋量を適切に減ずることが可能となる。しかし、継手部において鉄筋量の急変があると、ここに曲げひびわれが発生しやすくなり、これが斜めひびわれへと発展して部材のせん断耐力を減ずる場合がある。この条で継手を設ける断面での鉄筋量の変化を制限したのは、このようなことを考慮したからである。

2. 9. 5 モルタルの充填方法および時期の指定

設計の段階で、スリーブ内にモルタルを充填する方法および時期を指定しなければならない。

【解説】モルタル充填継手は、モルタル充填後、モルタルが所定の強度に達するまでの間、養生を必要とすることから、あらかじめモルタルの充填する時期を指定し、一定の養生時期を工事工程に組み入れることとした。

3. 製作

3. 1 製作方法

ボックスカルバートの製作に際しては、部材が所要の品質を確保できるよう、各工程ごとに十分な配慮を講じて行うものとする。

【解説】擁壁編 3. 1 の解説によるものとする。しかし、ボックスカルバートの製作については、頂版、底版に P C 鋼棒を用いてプレストレスを与えるので、P C 鋼棒の緊張に際しての注意事項をふれておく。

P C 鋼棒の緊張は、部材のコンクリート圧縮強度が所定の値以上であることを確認したあと行う。緊張に際しては、所定緊張力、P C 鋼材ののび量を確認するとともに、安全性には十分な配慮を講じる。

3. 2 製作材料

ボックスカルバートの製作に使用する材料は、製品が所要の品質を確保できるように、品質の確認されたものを用いるものとする。

(1) コンクリート

コンクリートは所要の強度、耐久性、水密性、鋼材を保護する性能をもち、品質のばらつきの少ないものでなければならない。

(2) 鉄筋

鉄筋は、JIS G 3112に適合したSD 295A、SD 295B、SD 345とし、その径はD13からD51までのものとする。

(3) P C 鋼棒

P C 鋼棒は、JIS G 3109に適合し、アンボンド加工を施したものとする。

(4) 定着具

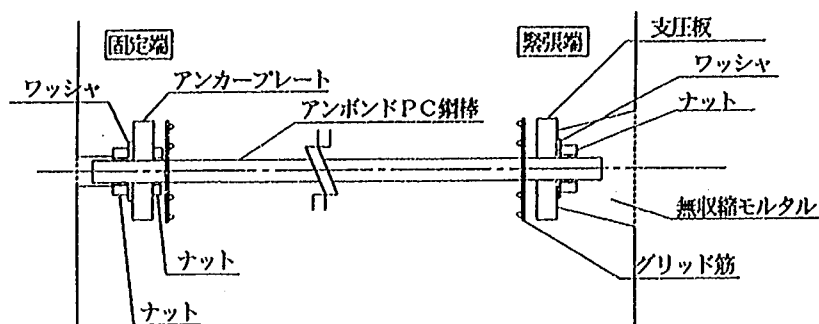
定着具は、支圧板の材質が、JIS G 4051（機械構造用炭素鋼材）に適合するSS400以上、ナット、ワッシャの材質がJIS G 3101（一般構造用圧延鋼材）に適合するS45C以上のものを用いるものとする。

(5) モルタル充填継手

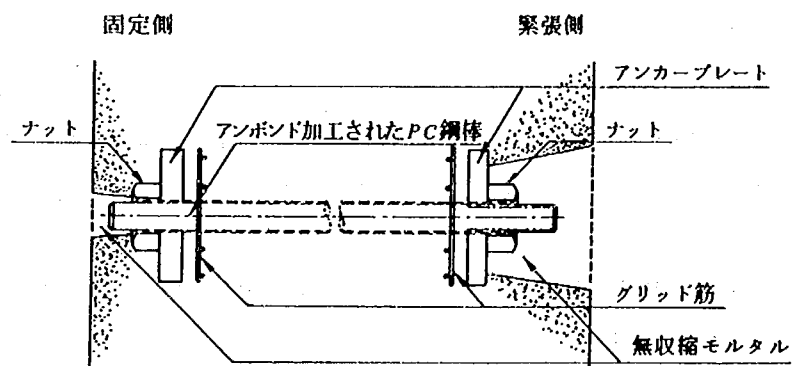
モルタル充填継手は、『鉄筋継手指針』に規定する静的耐力性能A級のものでなければならない。また、その材料は、モルタル充填継手が所要の強度、耐久性を十分に確保できる性能をもつものでなければならない。

【解説】(1)、(2)、(5)について 擁壁編 3. 2 の解説によるものとする。

(4)について PC鋼棒の定着具は支圧板、ナット、ワッシャ等で構成される。横断方向PC定着部の詳細を解図3.4.1に、縦断方向PC定着部の詳細を解図3.4.2に示す。



解図3.2.1 横断方向PC定着部



解図3.2.2 縦断方向PC定着部

3.3 貯蔵

ボックスカルバートの部材の貯蔵に際しては、部材に有害なひびわれ、破損、錆および汚れが生じないようにしなければならない。

【解説】擁壁編3.3の解説によるものとする。

4. 施工

4. 1 施工計画

4. 1. 1 施工計画概要

ボックスカルバートの施工にあたっては、図4. 1. 1に示す施工順序を把握し、安全かつ円滑な施工ができるように綿密な施工計画をたてなければならない。

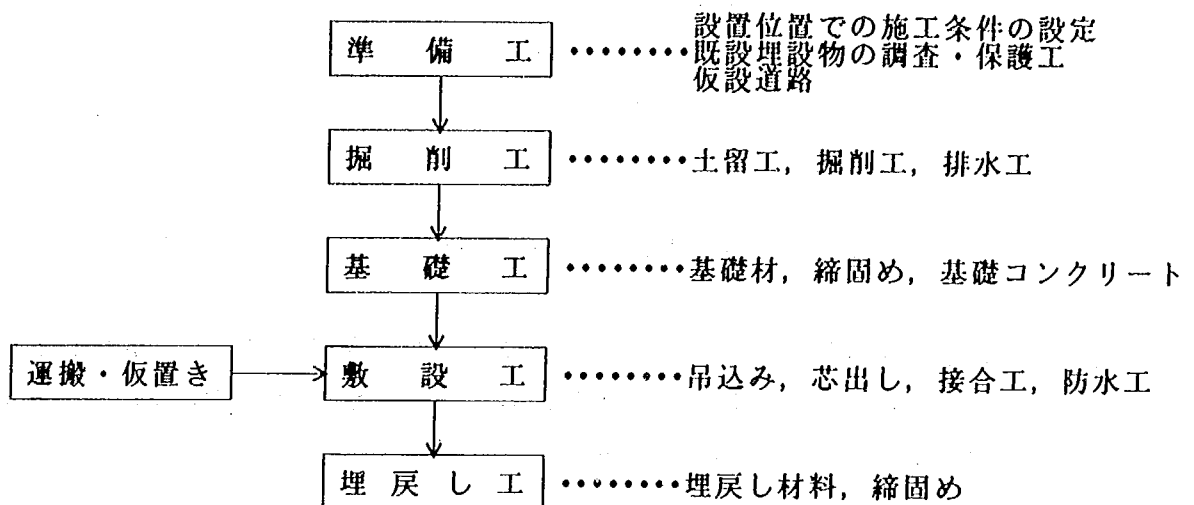


図4. 1. 1 施工順序

【解説】「擁壁編 4. 1. 1」に準ずる。

4. 1. 2 施工条件

施工にあたっては、各種の施工条件について、十分な調査を行い、それに基づいた施工計画を立案する必要がある。

調査が必要な施工条件としては、以下の項目が挙げられる。

- (1) 気温、降雨、積雪などの気象条件
- (2) 地盤条件
- (3) 地下水
- (4) 地下埋設物
- (5) 施工現場付近の交通状況

【解説】「擁壁編 4. 1. 2」に準ずる。

4. 2 施工機械

4. 2. 1 運搬据付装置

ボックスカルバートの部材を安全に移動・設置出来る運搬据付装置を選定するものとする。

【解 説】 運搬据付装置として専用のマニプレータや据付台車等が考えられるが、一例として汎用クレーンを用いた施工例を以下に示す。

クレーンの他に必要とする主な機材は自動玉掛け外し装置、吊り天秤、組立ガイド、モニタ、高所作業車等がある。

クレーンの作業状況の一例を解図 4. 2. 1 に示す。

① クレーン

ボックスカルバートの部材の移動・設置を行うための施工機械として使用するものである。以下詳細はプレキャスト擁壁の施工機械 4. 2. 1 ① に準ずる。

② 自動玉掛け外し装置

高所作業をなくす目的で使うもので、玉掛け外し作業を無線でリモートコントロールする装置である。なお、吊り荷の重量に対し、十分な能力を有するものを選定し、事前に無線の混信が無いことを確認する。

③ 吊り天秤

頂版や底版のような長い部材を吊る時に使うものであり、吊り荷の重量に対して十分な能力を有するものとする。

④ 組立ガイド

作業者が吊り荷に近づかなくても吊り荷の位置合わせが出来るようにするための治具である。部材を組立ガイドの案内に沿わせて降ろすことにより、自然に芯合わせが行えるものである。

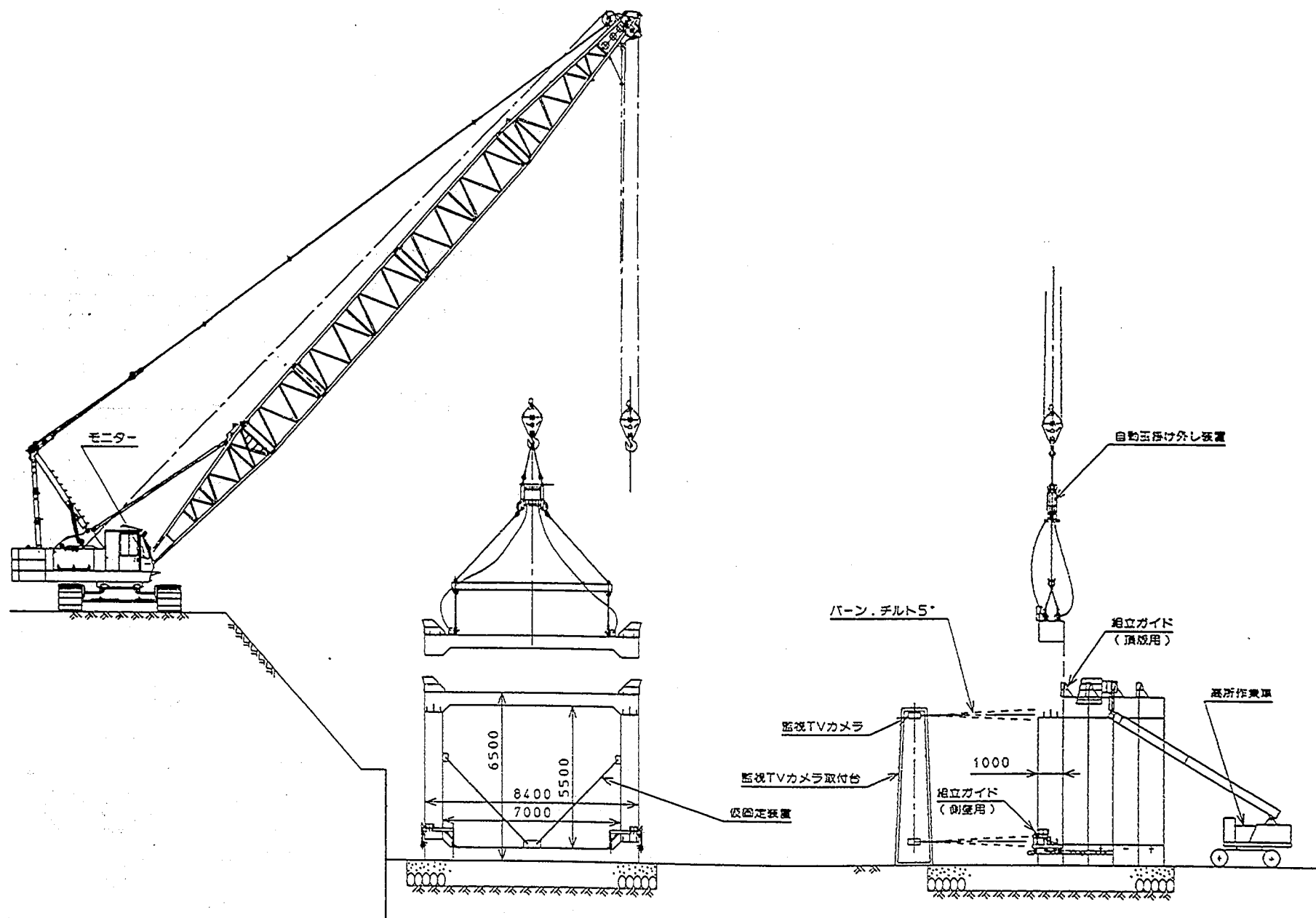
組立ガイドの一例を解図 4. 2. 2 に示す。

組立ガイドには底版用、側壁用、頂版用の 3 種がある。その組立ガイドを設計する際、配慮する項目は、プレキャスト擁壁の施工機械 4. 2. 1 ③ に準ずる。

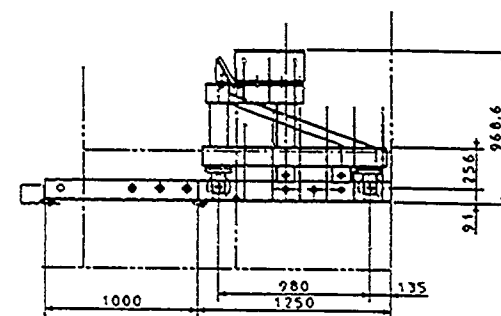
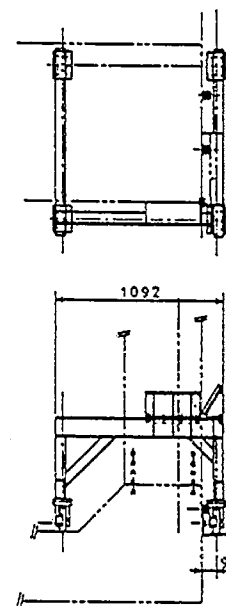
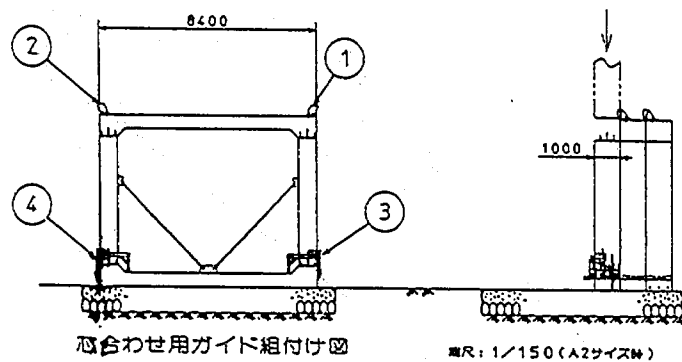
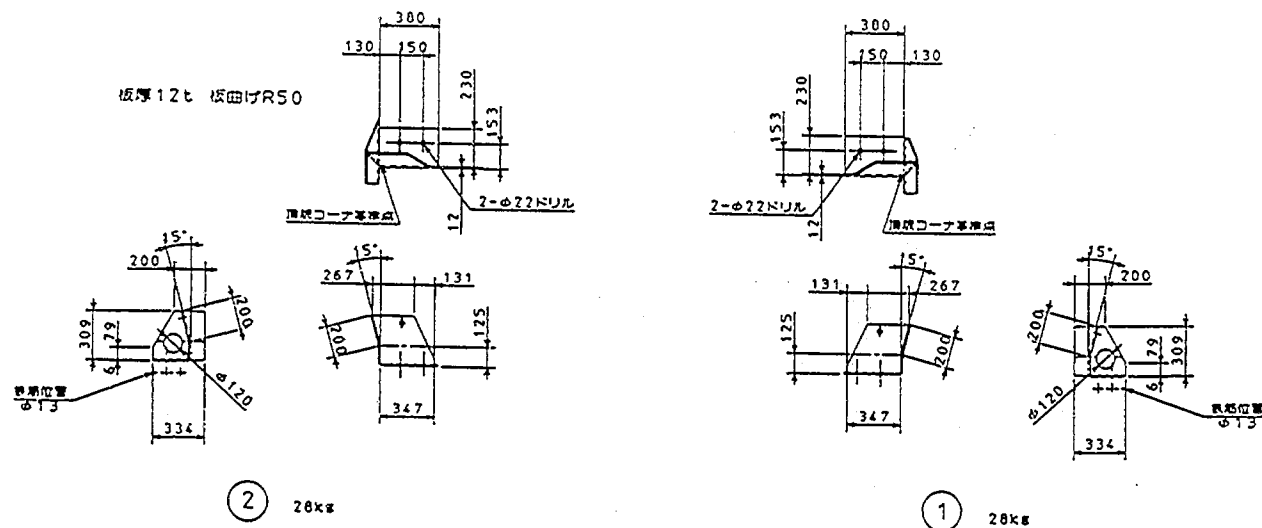
⑤ モニタ

吊り荷から離れたクレーンの運転席で、ブロック部材の芯合わせ状況を把握するためのカメラとモニタを組合せたものである。

カメラとモニタの性能及び取付等の詳細は、プレキャスト擁壁の施工機械 4. 2. 1 ④ に準ずる。



解図4.2.1 施工機械の全体配置図



解図4.2.2 芯合わせ用ガイド

4. 3 基礎工

基礎工は、以下の点に留意して施工するものとする。

- (1) ボックスカルバートの基礎は、設計上要求された支持力を均等に得るように施工を行うものとする。
- (2) 基礎コンクリートの養生期間は、十分確保するものとする。
- (3) 岩盤上に基礎を設ける場合は、その表面をできるだけ平らに仕上げるとともに、浮石等を取り除くものとする。

【解説】「擁壁編 4. 3」に準ずる。

4. 4 運搬・仮置き

ボックスカルバートの部材及び縦断方向緊張材料等の運搬搬入及び保管に際しては施工規模、施工手順に応じた仮置き方法の計画を行い、部材及び材料を傷つけないよう十分注意するものとする。また、現場内に部材を仮置きをする場合は、台木等を用い、自重により沈下したり転倒したりしないように保管するものとする。

【解説】部材の運搬、搬入及び保管に際しては、その取扱いに十分注意が必要である。特に、継手部分等は部材が欠けやすいので特に注意が必要である。また、継手鉄筋部分のさび、ほこり等に対して、シート等により十分な養生を行う必要がある。

部材を仮置きする場合の積み重ねは、底版、頂版については二段までとし、側壁では吊込み方法によっては縦置きする必要があることから一段積みを原則とし、部材の組立順序を考慮して仮置きするものとする。なお、施工開始後は必要以上の移動を避けることが望ましい。

4. 5 敷設工

4. 5. 1 敷設手順

ボックスカルバートの敷設手順は、現場における施工条件によって決定するものとするが、以下のものを原則とする。ただし、組立手順は、施工要領書に基づき作業指揮者の指示に従い行うものとする。

ボックスカルバートの敷設は据付精度を確保するため、基準ブロック設置後に順次ブロックを設置していくものとする。

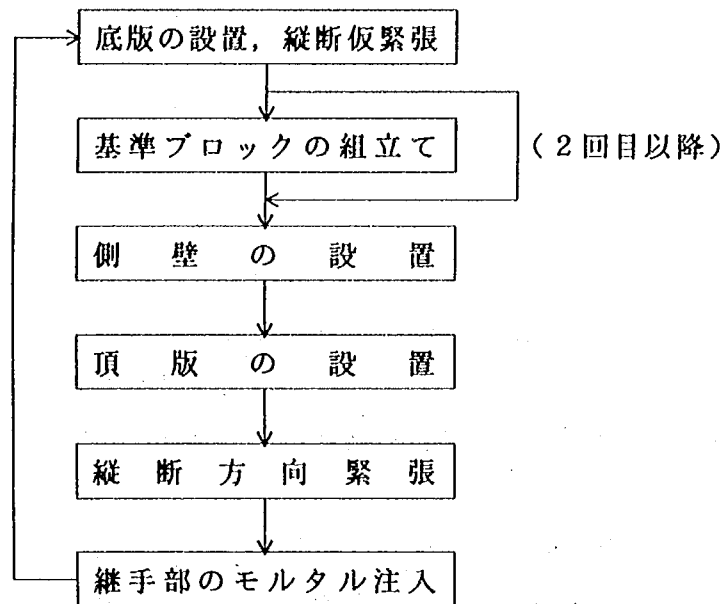


図 4. 5. 1 敷設手順

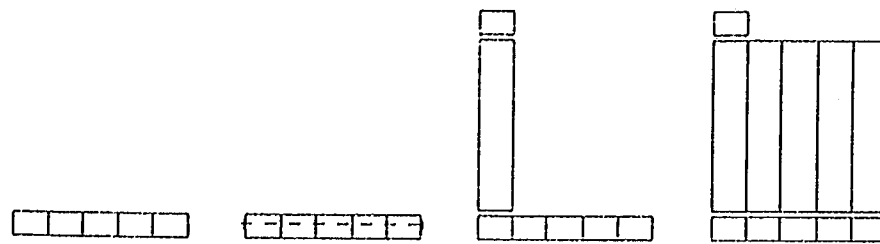
また、ボックスカルバートの敷設は、原則として敷設地盤の低い方より高い方に向かって敷設するものとする。

【解説】ボックスカルバートの組立手順は、以下の解図 4. 5. 1 によることを原則とする。また、基準ブロック及び標準部の側壁設置時には、解図 4. 5. 2 のようにボックス内側から強固なサポートで支持しておくものとする。サポートは、1 部材当たり 2 本以上設置するものとし、取付位置は、部材重心位置より上方に固定するものとする。

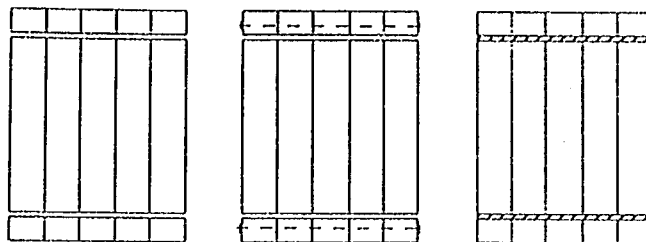
単位施工スパンのブロック数（縦断方向緊張スパン）は、部材重量により決定するものとする。

また、ボックスカルバートの敷設は、解図 4. 5. 3 に示すように敷設地盤の低い方より組立てていくものとする。

①底版の設置 ②底版縦断方向仮緊張 ③基準ブロックの組立て ④側壁設置



⑤頂版の設置 ⑥縦断方向緊張 ⑦継手部モルタル注入

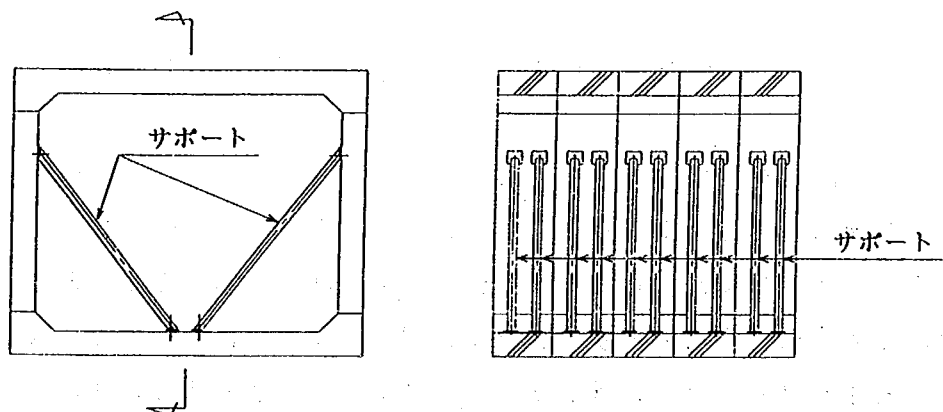


底版の設置

解図 4. 5. 1 組立て手順

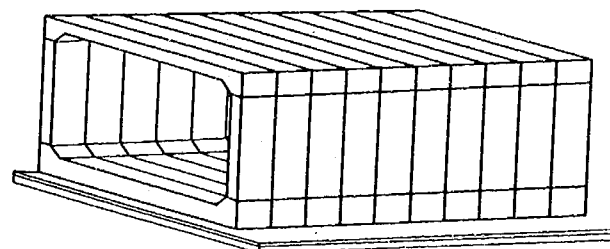
正面図

断面図



解図 4. 5. 2 側壁サポートの設置例

敷設基盤の低い方 → 敷設方向 → 敷設基盤の高い方



解図 4. 5. 3 ボックスカルバートの敷設方向

4. 5. 2 敷設方法

部材の敷設方法は、現場の状況に見合った安全確実な工法を選定するものとする。
以下に、部材の敷設方法における留意点を示す。

- (1) 部材の敷設は、施工計画書に基づき作業指揮者の指示に従い行う。
- (2) 底版部材の敷設に当たっては、基礎コンクリート上面に2cm程度の敷きモルタルを均一に敷均し、レベル調整を行う。
- (3) 側壁は、設置後スリーブ内へのモルタル充填、養生が完了するまで、サポートで支持しておく。
- (4) 部材の吊込みは、部材に予め組込んだ吊具により行う。
- (5) 部材の敷設には、必要に応じて省人化に努めるものとする。

【解説】「擁壁編 4. 5. 2」に準ずる。

4. 5. 3 据付精度

ボックスカルバートの部材の敷設では、所定の据付精度を確保する必要がある。

【解説】人力による施工をできるだけ避けた方法で据付精度を確保するための一方法として、組立ガイドの使用がある。組立ガイドについては、4. 2. 1の記載事項により適切な取付けを行う。ガイドの構造より決まる据付精度を上げるため、ガイドの強度、取付けボルト等の検討は入念に行うものとする。また、側壁・頂版の据付けの際には、モニター等を利用して、継手部スリーブ内に鉄筋がスムーズに挿入できるようにする。ただし、ブロック組立て前には、予めテンプレート等により鉄筋位置を確認修正しておくことは、肝要である。

4. 5. 4 接合工

ボックスカルバートの組立時のブロックの接合及び縦断方向接合は、以下の点に留意して行うものとする。

(1) 横断方向接合（モルタル充填継手）

(a) プレキャストブロックの仮組みが完了するとすみやかに継手部のグラウトを行う。モルタル注入作業は『鉄筋継手指針』に基づき行い、入念に空隙なきよう施工する。

(b) モルタル注入は、1ブロック単位の一括注入とする。

(c) 頂版と側壁の接合部の施工は高所作業となるため、安全には特に注意を要する

(2) 縦断方向接合（P C鋼材による緊張）

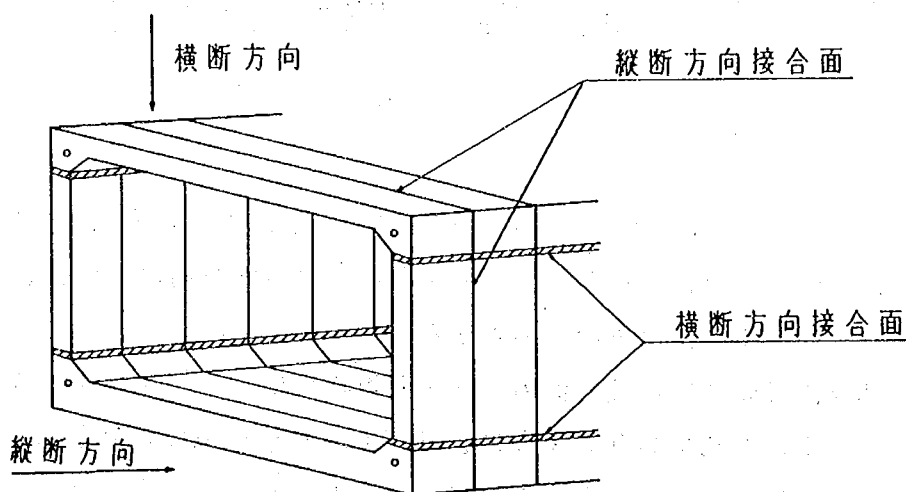
(a) 縦断方向緊張は、作業工程に従って安全かつ確実にを行うものとする。

(b) 縦断方向緊張終了後は、できるだけすみやかにシース内にグラウト材を注入するものとする。

(c) 接続具及び目地部には、無収縮モルタル等を充填し、表面はなめらかに仕上げるものとする。

【解説】ボックスカルバートの部材の接合は、底版と側壁及び側壁と頂版とを接合する横断方向の接合と、隣接するブロック間を接合する縦断方向の接合がある。

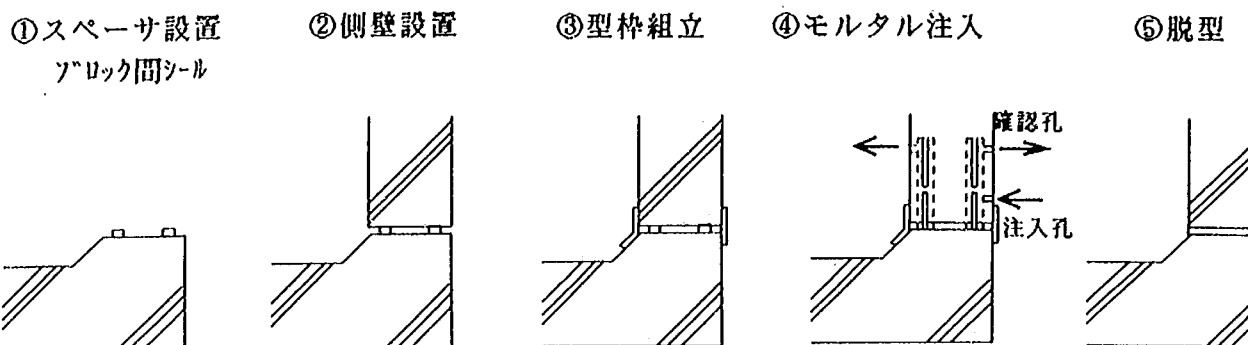
以下の解図4. 5. 4に接合方向を示す。



解図4. 5. 4 部材の接合方向

(1)について 各プレキャスト部材間の横断方向接続は、モルタル充填継手となっているため、有資格者によるモルタル注入作業となる。モルタルの充填確認は、確認孔からの流出をもって判断する。

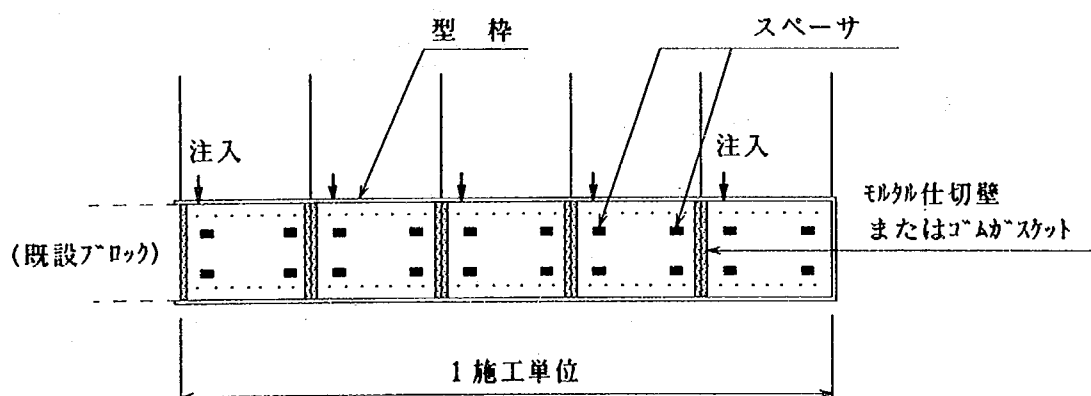
以下、解図4. 5. 5にモルタル充填継手の施工順序図を示す。



解図4. 5. 5 モルタル充填式継手施工手順

部材間の接合部におけるクリアランスは、標準2 cmの厚さで、適切な大きさの金物（ライナープレート）のスペーサを使用し、モルタル充填後に表面に露出しないよう3 cm以上のかぶりをとる。また、設置したスペーサがスリーブ孔にかからないようにセットする。

部材間の縦断方向目地部には、注入モルタルが流出しないように、モルタル仕切壁またはゴムガスケットなどでシールする。



解図4. 5. 6 モルタル充填式継手接合部平面図

(2)について 仮組されたプレキャスト部材の縦断方向の連結は、P C鋼材で連結するものとし、施工手順は以下のものとする。

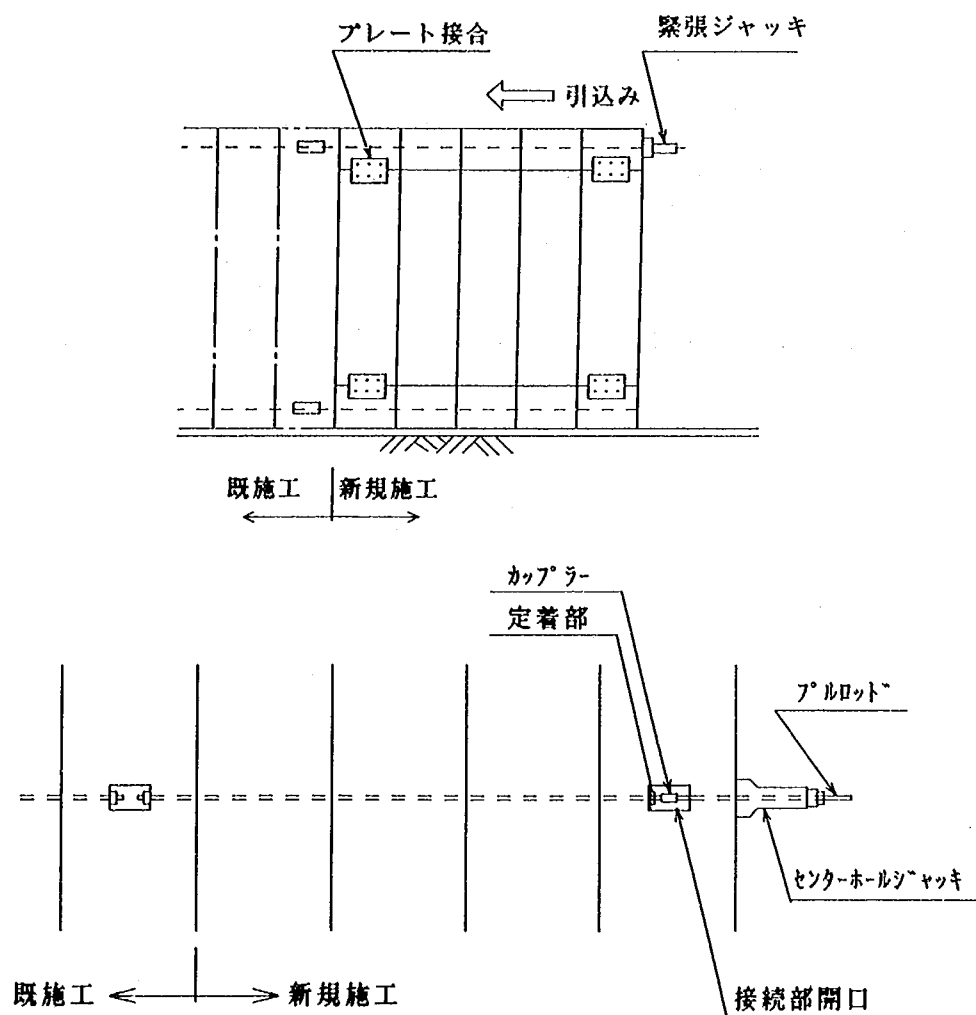
- ① 部材設置時に部材接合面のシース間周辺には、モルタル注入時に鉛直目地から注入モルタルが流出しないように、パッキンでシールしておく。
- ② 縦締め用P C鋼棒を所定の位置にセットする。
- ③ 仮止め後、縦締め用P C鋼棒を挿入したシース孔よりテンションバー（プルロット）を挿入し、カップラーにて縦締め用P C鋼棒と接続する。
- ④ 緊張作業開始前に緊張間両端のブロックに固定用プレートを設置し、底版と側壁及び頂版と側壁が一体となって緊張力が作用するようにする。

- ⑤ センターホールジャッキにて所定の緊張力を与え、定着具のナットを締め込む。なお、緊張は緊張部材に対して同時に行うものとする。
- ⑥ 緊張作業終了後、モルタルを注入する。

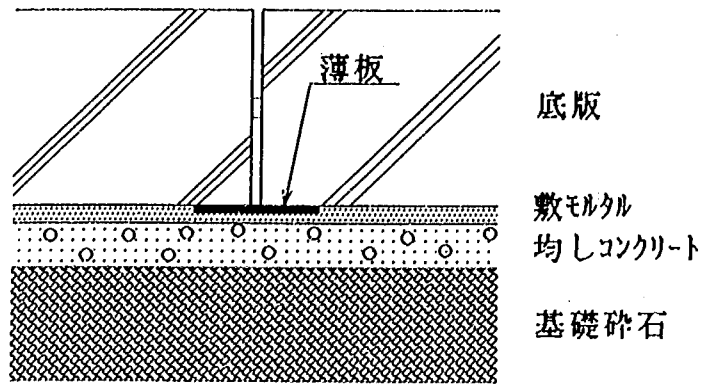
なお、縦締めは以下に示す点に留意して行うものとする。

- ㊦ 緊張作業開始時に各目地部のシール材が、所定の位置に設置できているかどうか確認する。
- ㊧ 緊張作業中にはジャッキ後方に人が立ち入らないよう監視を徹底する。
- ㊨ 緊張作業終了時に、接合部の目地開きについて確認する。目地の開きが管理値以上生じた場合には注入工法などで対処する。

また、製品底版部の据え付けの際、縦締めにより製品の目地間に敷きモルタルがかみ込まないように接合部の下端に薄板（プラスチック板等）を敷き、連結するのが望ましい。



解図 4. 5. 7 縦断方向緊張方法



解図 4. 5. 8 底版下薄板の施工

4. 5. 5 防水工

ボックスカルバートの用途によっては防水工を必要とされる。防水工はその種類に応じて施工方法，施工時期等を決定する。施工においては、防水材料に損傷を与えないよう慎重に行い、完成後施工面全域に渡って検査を行うものとする。

【解説】防水材料が決定したら施工時期を検討し、防水材の機能が十分発揮できるように取扱いには特に注意する。検査内容としては、防水材料の損傷具合等を目視にて検査するものとする。

4. 6 裏込め工

ボックスカルバート周辺の裏込め方法は、以下の通りとする。

(1) 裏込め時期

裏込めは、ボックスカルバート敷設後すみやかに行うことを原則とする。

(2) 裏込め材料の投入及び敷均し

裏込め材料の投入は、ボックスカルバート頂部から30cmまで及び側壁近傍は人力により行い、それ以外においては人力または機械により行うものとする。機械により裏込め材料を投入する場合の投入高さは、150cm以下とする。また、敷均しは人力で行うことを原則とする。

(3) まき出し厚

裏込め材料は、一層の仕上がり厚さが30cm以下になるように、まき出すものとする。

(4) 締固め方法

(a) 各層ごとの締固めは、振動タンパ、ランマ、振動ローラ等を用い、十分に締固めるものとする。

(b) タイヤローラ、振動ローラ等の大型締固め機械による場合は、ボックスカルバート頂部から30cm以上埋戻した後に行うものとする。

【解説】(2)について 裏込め工の施工にあたっては、ボックスカルバートの両側の進行状態を考慮し、裏込めが不均一となり本体に偏心荷重を与えないように注意しなければならない。頂部より上部の裏込めは、ボックスカルバートに大きな衝撃を加えるようなダンプトラックからの直接投入、あるいはショベル等による裏込め材料の高まきは避けなければならない。

(4)について 機械を用いて締め固めを行う場合には、転圧機によりボックスカルバート及び止水材に損傷を与えることのないように注意しなければならない。

5. 品質管理・出来形管理

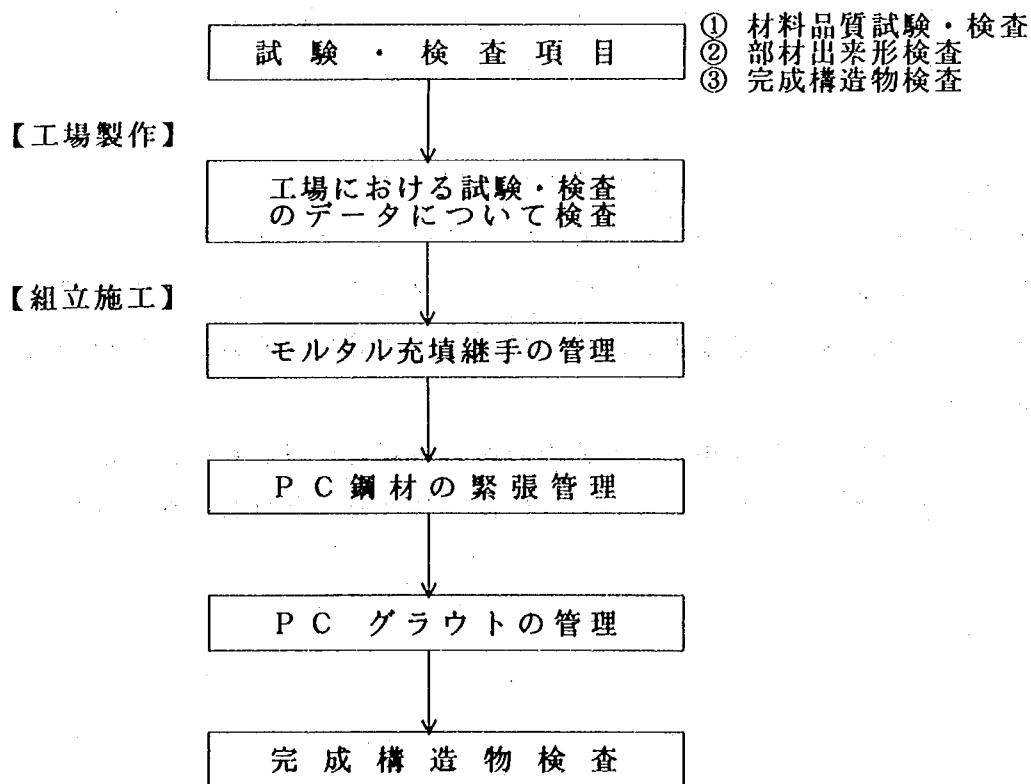
5. 1 基本方針

所要の機能を有するボックスカルバートを造るため、材料、製作設備等を適正に試験・検査・管理を行うとともに、製作作業および組立施工は、所定の基準にしたがって管理しなければならない。また、部材および完成構造物は、完成後直ちに部材出来形検査、完成構造物検査を実施し、その誤差が許容値内にあることを確認しなければならない。

【解説】工場製作のボックスカルバート部材の品質管理・出来形管理は、原則として工場における品質管理試験および工場製品の試験・検査のデータについての検査でこれに代えるものとする。

なお、工場製作されたボックスカルバート部材の品質管理・出来型管理は、『標準示方書』によるものとする。また、モルタル充填継手の管理は、『鉄筋継手指針』により行うものとする。

品質管理・出来形管理の基本フローを解図5. 1. 1に示す。



解図5. 1. 1 品質管理・出来形管理の基本フロー

5. 2 材料品質試験および検査

ボックスカルバートの部材製作前に、必要な諸材料の試験および検査を実施し、それぞれの品質を確かめなければならない。また、製作中には、材料の品質およびその変動を確かめるために、必要に応じて諸材料の試験および検査を行わなければならない。

【解説】ここに述べる材料とは、3. 4 製作材料で示した① コンクリート、② 鉄筋、③ PC鋼棒、④ 定着具、⑤ モルタル充填継手をいう。

①について コンクリートの品質が、製品の耐力、耐久性等におよぼす影響は極めて大きい。このため、使用するコンクリートは、解表5. 2. 1の項目について、定められた試験方法で、表記の判定基準を満足しなければならない。

解表5. 2. 1 コンクリートの品質試験および検査

項 目	試 験 方 法	頻 度	判 定 基 準
試 料 採 取	JIS A 1115	—	—
ス ラ ン プ	JIS A 1101	(1) 毎日1回 (2) 打ち込み中に品質変化が認められた時	ス ラ ン プ の 許 容 差 (cm) 目標スランプ値 8 未満 8以上18以下 許 容 差 ± 1.0 ± 2.5
空 気 量	JIS A 1116 JIS A 1118 JIS A 1128		空 気 量 の 許 容 差 区 分 普通コンクリート 許容差 (%) ± 1.0
圧 縮 強 度 (標準養生)	JIS A 1108 ただし、養生は標準養生とする。 材令：28日	毎日1回 供試体は同一のバッチから合計3個採取する。	材令28日の供試体3個の圧縮強度の平均値が σ_{ck} 以上であること、かつ1回の試験結果が σ_{ck} の85%以上であること。
圧 縮 強 度 (部材同一養生)	JIS A 1108 ただし、養生は部材と同一養生とする。 材令：脱型時 出荷日 保証日 (σ_{ck})	毎日1回 供試体は各材令につき、同一のバッチから合計3個採取する。	脱型日、出荷日、保証日における供試体3個の圧縮強度の平均値が各材令時所要強度以上であること、かつ1回の試験結果が σ_{ck} の85%以上であること
塩 化 物 量	土木学会規準「海砂の塩化物含有率試験測定法(案)」又は「同(滴定法)(案)」に準じた方法	週1回以上	塩化物総量 0.3kg/m^3 以下

②について 鉄筋は、これを用いる前にその品質が JIS G 3112 に適合したSD 295A、SD 295B、SD 345であることを確かめなければならない。ただし、その材質、形状、寸法、重量等が上記規格に合格したものであることが確認された場合には、その品質を確かめるための試験は省略してもよい。

③について PC鋼棒は、これを用いる前にその品質が JIS G 3109 に適合した加工したものであることを確かめなければならない。ただし、その材質、形状、寸法、重量等が上記規格に合格したものであることが確認された場合には、その品質を確かめるための試験は省略してもよい。

⑤について モルタル充填継手に用いる材料の品質検査は、

- ・スリーブ
- ・充填するモルタル

等について、『鉄筋継手指針』により行うものとする。

なお、充填材に用いるモルタルは、JIS R 5210「ポルトランドセメント」に規定されるセメントを主硬化材としたもので、流動性試験結果、圧縮強度試験結果、ならびに膨張率試験結果の値が解表 5. 2. 2 に示す性能に適合するものでなければならない。

解表 5. 2. 2 モルタルの性能

1) コンステツシー	圧 縮 強 度 2)				膨張率 3)
	σ_1	σ_3	σ_7	σ_{28}	
5~13(枚)	150kgf/cm ² 以上	300kgf/cm ² 以上	450kgf/cm ² 以上	650kgf/cm ² 以上	0 (%)以上
	1.47kN/cm ² 以上	2.94kN/cm ² 以上	4.41kN/cm ² 以上	6.37kN/cm ² 以上	

(注) 1) $\phi 70\text{mm}$ (上端内径) $\times \phi 14\text{mm}$ (下端内径) $\times 395\text{mm}$ (高さ) のロートを用い、土木学会規準『流動性試験方法』による。

2) $\phi 5\text{cm}$ (直径) $\times 10\text{cm}$ (高さ) の寸法の供試体を標準養生し、JIS A 1108-1976『コンクリートの圧縮強度試験方法』による。

3) 土木学会『膨張コンクリート設計施工指針(案)』に規定する膨張材を用いた充填モルタルの膨張率試験方法による σ_7 以後の値とする。

5. 3 部材出来形検査

ボックスカルバートの部材は、製作後直ちに部材出来形検査を実施し、所要の品質基準で製作されていることを確認しなければならない。

【解説】部材の出来形検査は、現場での据付精度を考慮して全数検査を基本とする。検査項目、方法、判定基準は解表 5. 3. 1 によるものとする。

解表 5. 3. 1 部材の検査方法

項 目	検 査 方 法	頻 度	判 定 基 準
形状、寸法	スチールテープ、水糸等による実測	全 数	許容差以内であること
ひびわれ	クラックスケール等による実測		显著なひびわれのないこと
欠 け	目 視		显著欠けのないこと
外観の仕上がり状態	目 視		汚れ等のないこと
モルタル充填継手の位置	スチールテープ等による実測		許容差以内であること
そ り	スチールテープ、水糸等による実測		許容差以内であること
ね じ れ	スチールテープ、水糸等による実測		許容差以内であること

なお、参考として、平成 6 年 1 0 月に実施した実物大組立実験の試験体製作時に設定した形状・寸法の許容差を巻末に示す。

5. 4 モルタル充填継手の管理

モルタル充填継手の施工の良否は、ボックスカルバートの耐力、耐久性等に影響を及ぼすので、施工に際しては十分な配慮を講じ、その管理を行わなければならない。

【解説】ボックスカルバートの完成構造物が、その機能を十分維持するためには、各部材の品質が確保されるとともに、モルタル充填継手の品質が確実に確保されなければならない。このため、モルタル充填継手の管理に際しては、継手位置が同一断面に集中していることから下記の事項について留意し、土木学会『鉄筋のモルタル充填継手設計施工指針（案）』により十分管理するものとする。

- ① 継手の品質
- ② 継手の位置
- ③ 継手の取り付け状態
- ④ 充填モルタルの品質
- ⑤ 充填モルタルの注入
- ⑥ 継手部の養生

5. 5 P C 鋼材の緊張管理

P C 鋼材の緊張を行う際には、P C 鋼材 1 本ごとに所定の緊張力を下回らないように管理を行うものとする。

【解説】P C 鋼材の緊張を行う際には、下記の項目に注意して行う。

- ① P C 鋼材の緊張を行う前に、コンクリート強度が所定の値に達しているかを確認する。

- ② ジャッキ圧力計の校正を行い、ジャッキ圧力と荷重の関係を明確にしておく。
- ③ 種々の要因によるばらつきを考慮して、P C鋼材に与えられる緊張力が所定の値を下回らないように、P C鋼材1本ごとに緊張力の管理を行わなければならない。
- ④ 緊張作業は危険を伴うので、安全には十分の配慮を講じる。

5. 6 P Cグラウトの管理

P Cグラウトの充填性の良否は、完成構造物の耐力、耐久性に影響することから、グラウト材が所要の品質を満足しているかを確認しなければならない。

【解説】P Cグラウトは、セメント、水、混和剤（A E減水材とアルミニウム粉末等を混ぜたもの）を練り混ぜたものを用い、水セメント比は45%以下としている。品質検査は『標準示方書〔規準編〕 F-Ⅲ 5. P Cグラウト試験方法』、『標準示方書〔施工編〕 28.2.4 P Cグラウト、28.10.5 P Cグラウトの試験』に準じて行うものとする。

解表5. 6. 1にP Cグラウトの品質基準を示す。

解表5. 6. 1 P Cグラウトの品質基準

コンシステンシー ¹⁾	圧縮強度 (σ_{28}) ²⁾		膨張率 ³⁾
施工に適した値を選ぶ	200 kgf/cm ² 以上	1.96 kN/cm ² 以上	10 %以下

注) ¹⁾ コンシステンシーは、J Aロートを用いて流化時間を測定する方法により定め、通常、減水剤を用いた場合は15～30秒を標準としている。しかし、最近では混和剤に高性能減水剤を用いたグラウトが使用されるようになり、コンシステンシーを一律に定めることが困難になっている。したがって、使用材料、施工状況を考慮した最適な値を事前の試験により確認する必要がある。

²⁾ $\phi 50\text{mm}$ （直径） $\times 100\text{mm}$ （高さ）の寸法の供試体を標準養生し、JIS A 1108『コンクリートの圧縮強度試験方法』による。

³⁾ 『標準示方書〔規準編〕P Cグラウト試験方法』による。

5. 7 完成構造物検査

ボックスカルバートは、部材の組立完成後、直ちに、完成構造物が所定の許容値内に造られていることを確認しなければならない。

【解説】管理項目は、以下の項目について行うものとする。

- ① 内空寸法（内空幅、内空高）
- ② 基準高
- ③ 延長
- ④ 基準線への出入り

⑤ 継手部の状態

⑥ 防水工の状態

なお、完成構造物検査を行うには、工事の実施に先だって、管理項目、検査方法、管理基準等を予め定めておく必要がある。

6. 維持管理

6. 1 基本方針

(1) 維持管理の目的

維持管理は、ボックスカルバートの道路、水路としての機能を保持するためのものであり、機能低下等が生じた場合はその機能を回復させ、耐用期間を延ばすことを目的として行う。

(2) 維持管理方法

ボックスカルバートの維持管理は、適切な作業計画に基づき行うこととする。

【解説】 (1) について 維持管理の目的は、ボックスカルバートの道路、水路としての機能を保持するものであり、次のような事項が挙げられる。

- ① ボックスカルバートの損傷等に起因する事故の防止
- ② 排水及び汚水等の流下能力の保持（水路として用いる場合）
- ③ 近接工事によるボックスカルバートの損傷防止

また、適正な維持管理が行われないと、ボックスカルバートの破損の発見が遅れるばかりでなく、漏水、浸水、沈澱物の滞積による通水断面阻害や悪臭の発生、さらには道路陥没等の原因ともなる。したがって、周辺道路の機能低下や近接する構造物及び周辺環境に影響を与えることも考えられることから、施設の実態を十分に把握し適正な維持管理を行うことが大切である。

(2) について ボックスカルバートの適正な維持管理を行うためには、施設の保全を含めた計画的な維持管理が必要であり、施設の機能を能率的に働かせるために系統的な維持管理を行うのが望ましい。維持管理作業にあたっては、作業の安全性に十分注意して行うこととし、有害ガスの発生及び酸素の欠乏等の恐れがある時は、換気等の処置を十分に施しながら行うことが必要である。

6. 2 点検

適正な維持管理を行うための点検は、以下のとおりとする。

(1) 点検の時期

(a) 通常点検

定期的に行う点検であり、その方法については各施設の管理機関の基準によるものとする。

(b) 臨時点検

地震、洪水等の災害発生等や隣接工事に伴って行う点検であり、その方法については各施設の管理機関の基準によるものとする。

(2) 点検項目

点検は、設置目的に応じて次の項目について行うものとする。

(a) 損傷の状況

(b) 地下水の浸水状況

(c) 地表面沈下及び舗装路面の異常の有無

(d) 排水等の流下状況及び沈澱物の滞積状況

【解説】 (1) について ボックスカルバートの機能の保持及び耐用期間を延ばすためには、定期的に点検を行う必要がある。また、地震及び洪水等の災害発生後や近接工事の際には、施設の機能低下等の事態を引き起こすことも十分考えられることから、臨時的な点検も行う必要がある。なお、点検の具体的な方法については、各管理機関の基準によって異なっていることから、それらに準拠するものとした。

(2) について

(a) ボックスカルバートの損傷原因には以下のようなものがあるが、これらの損傷状況は目視により点検する。

① 道路工事

② 近接工事

③ 地震

④ 地盤の不同沈下

⑤ 清掃時の使用器具

(b) ボックスカルバート内に侵入する不明水の有無を点検し、その異常の有無を判断する。

(c) ボックスカルバートの点検にあわせて地表面沈下及び舗装路面の異常の有無を点検し、ボックスカルバート周辺地盤の状況を把握する。

(d) 水路用のボックスカルバートの流下能力は、ボックスカルバートの断面積と勾配によって定まるが、地盤沈下等によって埋設当初の勾配が確保されなくなったり、

ボックスカルバート内に土砂が滞積したり、浮遊物等によって流下能力が低下することがあるので、これらの状況を目視により点検する。

なお、地盤の良くない箇所にボックスカルバートを埋設した場合は、供用後の不同沈下等が問題となる。したがって、維持管理等の巡回・点検に際しては、軟弱地盤箇所について特に注意して点検することが必要である。

点検の結果は、損傷、老朽度合いに応じて、補修または改良工事の基礎資料となるように整理し記録する。

6. 3 清掃

清掃にあたっては、ボックスカルバートの寸法及び沈澱物の滞積状況に応じた適切な清掃方法を採用することとする。なお、清掃実施の判定基準及び時期については、各施設管理機関の基準によるものとする。

【解説】ボックスカルバートの清掃を実施するための判定基準及び時期については、各管理機関等によって異なっていることから、それらによるものとした。

6. 4 補修

点検または清掃の結果、施設の損傷もしくは機能の低下等を発見した場合には、その原因を究明するとともに補修をすみやかに行うものとする。

【解説】ボックスカルバートの機能の低下が予想される損傷としては、本体のひびわれや、継手部の開き、漏水等がある。この場合の補修例としては、以下のようなものがある。

- ① 構造物に影響のないひびわれに対して、漏水防止コーティングまたは樹脂注入等を行う。
- ② 継手部の開き及び漏水に対して、急結セメントや樹脂系充填材を継手部またはその周辺に充填する。

[参 考 資 料]

1. 二次製品部材出来形検査の許容差

2. 道路土工における車両の大型化への対応

3. 継手部の曲げせん断試験

4. 実物大組立実験

〔参考資料1〕 二次製品部材出来形検査の許容差

ここで示す許容差は、平成6年10月に実施した実物大組立実験の試験体製作時に設定した形状・寸法の許容差である。

項 目	許 容 差
内 幅 ・ 内 高	- 3 , + 5 mm
長 さ	- 3 , + 5 mm
断 面 厚	- 2 , + 3 mm
主 筋 の 位 置	± 2 mm
モルタル充填継手の位置	± 2 mm
シース・インサートの位置	± 2 mm
吊 り 金 具 の 位 置	± 5 mm
ひ び わ れ	有害なひびわれがないこと
欠 け	有害な欠けがないこと

道路土工における車両の大型化への対応

道路土工指針検討小委員会

はじめに

平成5年11月25日に道路構造令が改正され、同日、公布・施行された。

今回の道路構造令の改正においては、車両の大型化への対応として、従来道路の種別区分に応じ使い分けがなされていた20トン、14トンの2種類の設計自動車荷重が、一律25トンとなった。

この改正を受けて本小委員会では、道路土工のうち、車両の重量の影響を受ける「道路土工—擁壁・カルバート・仮設構造物工指針」について、車両の大型化への対応を検討した。当指針全体にわたる改訂については現在作業を進めているところであるが、今回の車両の大型化への対応に関する変更部分は以下のとおりであるので、当指針の運用にあたっては、当面これによらねたい。

1. 擁 壁 工

擁壁工指針においては、設計に用いる載荷重として、等分布荷重 $q=1.0 \text{ tf/m}^2$ を考慮するものとする。

擁壁の載荷重としては、死荷重（資材、建造物など）や載荷重（車両、群衆など）がある。これらの荷重は実際には、等分布あるいは線状や点状の分布をして裏込め土の地表面に作用するが、裏込め土中では地盤や道路舗装により荷重が分散されると考えられる。このため、設計では、載荷重をその荷重強度に見合う等分布荷重に置き換えて地表面に作用させる。そこで自動車荷重などの活荷重についても同様に取り扱い、現行通り、等分布荷重 $q=1.0 \text{ tf/m}^2$ とした。

2. カルバート工

(1) 活荷重の基本的な考え方

カルバートの設計に用いる活荷重としては、「道路橋示方書Ⅰ共通編 2.1.3」に示す T 荷重（軸重 20 tf、輪荷重 10 tf、占有幅 275 cm）を用い、場合によっては前輪の影響を考慮する。

なお、道路橋示方書においては大型の自動車の交通の状況に応じて A 活荷重、B 活荷重を設定しており、B 活荷重を適用する道路橋においては大型車の連行を考慮して、T 荷重により求めた断面力を部材の支間長に応じて割増しを行うこととしている。一方、カルバートの場合は比較的支間長が短い（最大 8 m）ことから大型車の連行を考慮する必要はなく、このような断面力の割増しは行わない。

したがって、いかなる種別の道路においても、カルバートの設計における活荷重の取り扱いとは同じとする。

(2) ボックスカルバートにおける活荷重の取り扱い
ボックスカルバートについては、活荷重を以下のように取り扱う。

1) 指針の主な変更点

自動車はボックスカルバート縦方向（道路横断方向）には制限なく載荷させる。したがって、ボックスカルバート縦方向単位長さ当たりの荷重は、つぎのようになる。

$$\begin{aligned} \text{後輪: } P_{l+i} &= \frac{2 \times \text{後輪荷重 (tf)}}{\text{車両占有幅 (m)}} \times (1 + \text{衝撃係数}) \\ &= \frac{2 \times 10}{2.75} \times (1 + i) \text{ (tf/m)} \\ \text{前輪: } P_{l+i'} &= \frac{2 \times 2.5}{2.75} \times (1 + i) \text{ (tf/m)} \end{aligned}$$

なお、この場合の衝撃係数 i は表-3-5 の値とする。

表-3-5 衝撃係数 i

土かぶり (h_1)	4.0 m 未満	4.0 m 以上
衝撃係数	0.3	0

また、活荷重の分布は、図-3-9 に示すように接地幅 0.2 m で支間方向にのみ 45° に分布するものとする。

したがって、ボックスカルバート上面に作用する活荷重による鉛直荷重 P_{ul} は次項によって計算する。

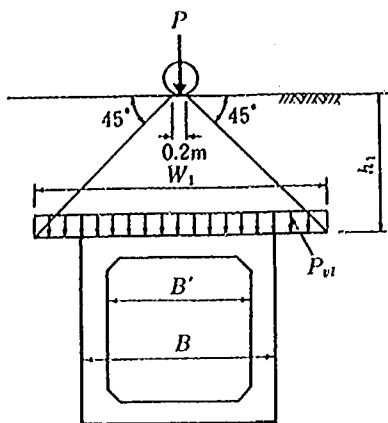


図-3-9 活荷重

(i) 土かぶり 4.0 m 未満の場合

$$P_{vl} = \frac{P_{l+i} \times \beta}{W_1} = \frac{P_{l+i} \times \beta}{2h_1 + 0.2} \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

ここに、 W_1 : 活荷重の分布幅 (m)

β : 断面力の低減係数で表 3-5-1 による。

表-3-5-1 断面力の低減係数

	土かぶり $h \leq 1$ m かつ内 空幅 $B' \geq 4$ m の場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

(ii) 土かぶり 4.0 m 以上の場合

土かぶりが 4.0 m 以上の場合には、鉛直方向活荷重として頂版上面に一樣に 1 tf/m^2 の荷重を考えるものとする。

(iii) 前輪の影響を考える場合

この場合、後輪荷重 P の載荷位置は支間中央とし、前輪荷重 P' による分布荷重のボックスカルバートにかかる部分を載荷する (図-3-10)。

載荷幅 W_2 は

$$W_2 = \frac{B}{2} + h_1 - 5.9 \text{ (m)}$$

前輪による鉛直荷重 P_{vl}' は

$$P_{vl}' = \frac{P_{l+i}'}{W_2 + W_3} \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

となる。

また、 W_3 の部分による影響は、水平荷重 ($P_h' = P_{vl}' \cdot h_0$) として考慮する。

2) 変更点の解説

① 後輪荷重について

後輪荷重は、道路橋示方書の T 荷重に準拠して、10

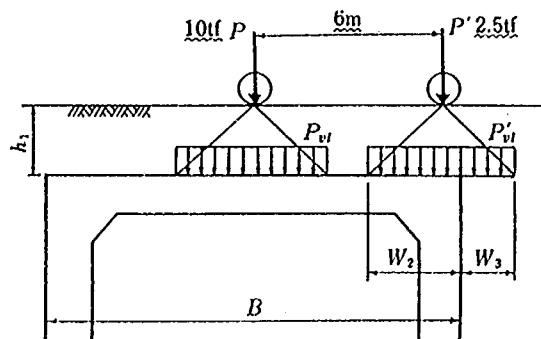


図-3-10 前輪の影響

tf とする。さらに断面力の低減係数 β を導入し、後輪荷重 10 tf として算出された断面力に β をかけたものを、設計に用いる断面力とする。

なお活荷重の大きさと、活荷重によりカルバートに生じる断面力の大きさは正比例するので、設計時に用いる断面力 (活荷重により生じる断面力に低減係数 β をかけて算出されるもの) と、活荷重に低減係数 β をかけた荷重を作用させて得られる断面力とは一致する。したがって実際の設計計算の過程においては、上記に示すように、低減係数 β を活荷重にかけて計算してもよい。

② 衝撃係数 i の影響深度等について

現行の指針においては、ボックスカルバートについてカルバートの頂版での活荷重の下限を 1.0 tf/m^2 とし、土被りが 3.5 m 以上の場合には鉛直方向活荷重としてカルバートの頂版上面に一樣に 1.0 tf/m^2 の荷重を考えるものとしている。また衝撃係数 i についても、土被り 3.5 m 未満では 0.3、土被り 3.5 m 以上では 0 としている。そこでこの考え方を踏襲することとし、土被りが 4.0 m 以上の場合には鉛直方向活荷重としてボックスカルバートの頂版上面に一樣に 1.0 tf/m^2 の荷重を考えるものとする。また衝撃係数 i についても、土被り 4.0 m 未満では 0.3、土被り 4.0 m 以上では 0 とする。

③ 前輪の影響について

ボックスカルバートについては、支間が大きくなると前輪の影響の生じる場合がある。そこで車両制限令に基づく車両のモデルを用いて前輪の影響を検討し、前輪荷重を 2.5 tf、後輪と前輪との間隔を 6 m と設定した。なお、前輪については断面力の低減係数 β は設けない。

(3) パイプカルバート等における活荷重の取り扱い
コンクリート製パイプカルバートおよび各種たわみ性カルバート (コルゲートメタルカルバート、硬質塩化ビニルパイプカルバート) について、活荷重の取り扱いを以下に示す。

1) 指針の主な変更点

輪荷重は、地表面よりある角度をもって地中に分布するものとする。分布角は、自動車の進行方向については0で分布するものとするが、それと直角方向は自動車と並列に並ぶ可能性があることを考慮して、自動車占有幅2.75 mの範囲に分布するものとする(図-3-51)。

活荷重 Q_L は次式で計算する。

$$Q_L = \frac{2P(1+i) \cdot B_c \times \beta}{2.75(0.20+2H \cdot \tan \theta)} \quad (\text{kgf/m})$$

ここに P : 自動車後輪荷重で 10,000 kgf とする。

H : 土かぶり (m)

θ : 分布角で舗装の有無、締固めの程度によって異なり、一般に $30 \sim 45^\circ$ の値であるが、通常 45° 程度である。

i : 衝撃係数で表-3-13による。

β : 断面力の低減係数で表-2による。

B_c : 管の外径 (m)

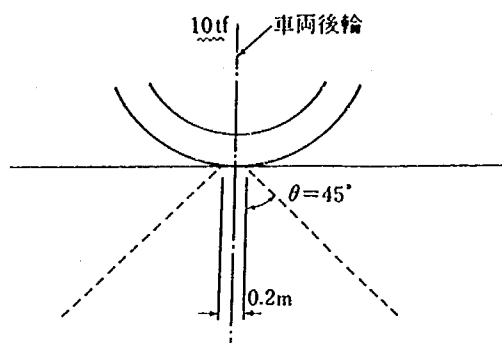


図-3-51 輪荷重の分布

表-3-13-1 断面力の低減係数

	土かぶり $h \leq 1$ m かつ内径またはスパン $B' \geq 4$ m の場合	左記以外の場合
β	1.0	0.9

2) 変更点の解説

輪荷重は、道路橋示方書の T 荷重に準拠して、10 tf とする。さらに断面力の低減係数 β を導入し、輪荷重 10 tf として算出された断面力に β をかけたものを、設計に用いる断面力とする。

なお活荷重の大きさと、活荷重によりカルバートに生じる断面力の大きさは正比例するので、ボックスカルバートの場合と同様に、低減係数 β を活荷重にかけて計算してもよい。

(4) 既設カルバートへの影響について

今回の車両制限令等の改正による、既設の各種カルバート (T-20 に基づいて設計されたもの) への影響に

についても検討を行った。改正後の車両制限令に基づく活荷重モデルを既設の各種カルバートに作用させて、部材に生じる応力度等を照査すると、ほとんどの場合に許容応力度や許容たわみ率を満足する。また超過する場合にであっても、その超過の程度は許容応力度の場合は最大でも 10 % 程度、許容たわみ率の場合は最大でも 2 % 程度であり、損傷等を生じるものではない。

4. 仮設構造物工指針について

(1) 改訂の概要

道路構造令の設計自動車荷重の改正と道路橋示方書の活荷重の改訂に伴い、仮設構造物工指針において、一般交通に供する路面覆工、仮設橋工事において、25 t の大型自動車の通行に対して安全性を確保するため活荷重の取り扱いに関する見直しを行った。

仮設構造物工指針では、活荷重として自動車荷重、群集荷重および上載荷重等を考慮する。このうち、自動車荷重については仮設構造物の路面覆工・仮設橋の部材支間長が 12 m 程度以下であることから、道路橋示方書における T 荷重に準拠し、大型車の交通の状況に応じて A 活荷重および B 活荷重のいずれかを用いることとした。

(2) 新しい活荷重の取り扱い

1) 適用範囲

H 形鋼等により組み立てられた構造形式の路面覆工および仮設橋で、覆工受け桁および桁受けの支間が 12 m 程度以下の標準的なものを取り扱うものとする。なお、支間が 12 m を超える大規模なもの、また、トラス橋やプレートガーダー橋等他の構造形式のものについては、設計荷重、設計法を別途考える必要がある。

2) 活荷重

仮設構造物に作用する活荷重としては、自動車荷重、群集荷重および建設用重機等の荷重を考える。また、このほか道路上の工事では換算自動車荷重として仮設構造物の範囲外に上載荷重を考える必要がある。荷重の一般的な載荷状況を図-4-1 に示す。

① 自動車荷重

自動車荷重は図-4-2 に示すように「道路橋示方書共通編 2.1.3 活荷重」に規定する T 荷重を用いることとし、A・B 活荷重の適用に道路橋示方書に準拠することを基本に存置期間中の大型車の交通状況等を考え A・B 活荷重をそれぞれ使い分けるものとする。

B 活荷重を適用する道路においては、T 荷重によって算出した断面力等に表-4-1 に示す係数を乗じたものを用いるものとする。

一方、△活荷重を適用する道路においては、25t車の通行頻度が低い状況を想定していることから連行荷重を考慮する表-4-1の係数は考慮しない。

② 群集荷重

歩道部分には、群集荷重として 500 kgf/m^2 の等分布荷重を載荷するものとする。

③ 上載荷重

道路上の工事では、換算自動車荷重として仮設構造物の範囲外に 1.0 tf/m^2 の上載荷重を考える。ただし、自動車、重機および建築物等が土留めに近接するような場合で、明らかに 1.0 tf/m^2 では危険側と考えられるときは、別途に適切な値を考慮する。

(3) 衝撃

仮設構造物に作用する活荷重には衝撃を考慮するが、

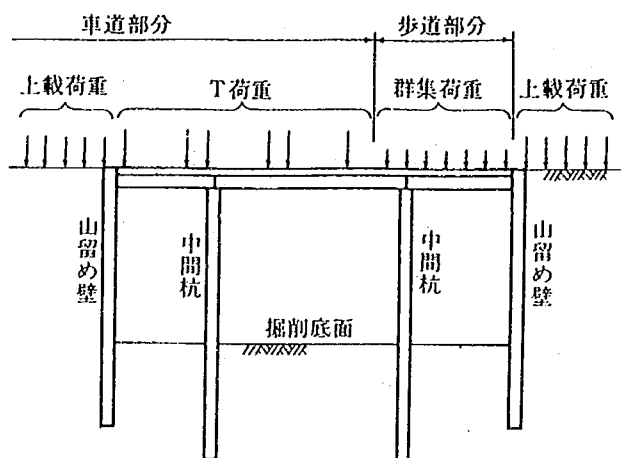


図-4-1 活荷重の載荷状況

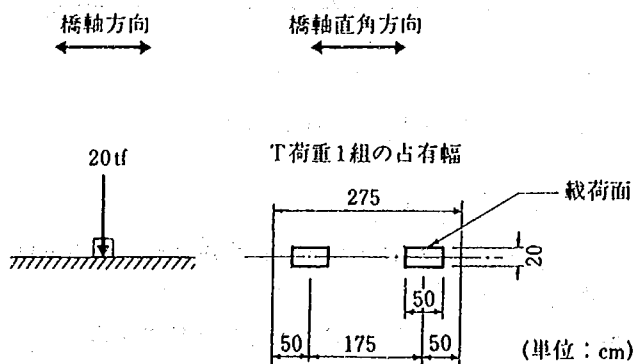


図-4-2 T荷重

表-4-1 設計に用いる係数

部材の支間長 $L(\text{m})$	$L \leq 4$	$L > 4$
係 数	1.0	$\frac{L}{32} + \frac{7}{8}$

その衝撃係数 i はスパン長に関係なく 0.3 とする。ただし、覆工板の衝撃係数は $i=0.4$ とする。

なお、歩道部分に作用する群集荷重については衝撃は考慮しない。

(4) 活荷重の載荷方法

活荷重の載荷方法は、自動車の交通状況や施工中の重機の作業状況などを勘案し決定する。

工事用車両のみが通行する場合は、重機等の最も危険となる組み合わせを考慮して栈橋等に載荷する。

一般交通の通行に供する路面覆工、仮栈橋は、T荷重により設計するものとして、載荷方法は図-4-3のように自動車走行方向の直角方向にはT荷重は2組を限度とし、3組目からは1/2に低減する。

また、自動車走行方向には1組のT荷重を載荷する。通常、幅員が大きい路面覆工、仮栈橋では、大型車が横方向に満載されることはまれにしか起こらないため、横方向の荷重の値を多少減らして設計するのが合理的であると考えられる。すなわち、自動車走行方向の直角方向には、最も大きい影響を与える位置に想定した大型自動車2台が並ぶことはしばしばあるが、さらにその外側にその車両と同じ大きさの荷重が並ぶことはきわめてまれであると考えられるので、1/2の大きさに減じた荷重を並べることとしている。なお、B活荷重を適用する場所において大型自動車が3台以上並ぶ頻度が高い場合には、必要に応じてT荷重を満載することができる。

B活荷重を適用する路線においては、連行荷重の影響を考慮するためT荷重によって算出した断面力等（曲げモーメント、せん断力、反力、たわみ等）に部材の支間長に応じて表-4-1に示す係数を乗じるものとする。ただし、この係数は1.5を超えないものとする。ここでいう支間長とは、自動車走行方向に平行な部材の支間長である。すなわち、覆工受け桁と自動車走行方向が直角な場合は図-4-4に示すように、覆工受け桁の計算では

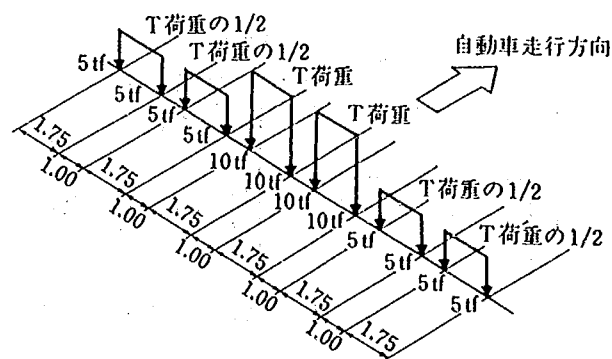


図-4-3 T荷重の載荷方法

支間 L_1 を、桁受け、支持杭等においては支間 L_2 を用いる。また、覆工受け桁と自動車走行方向が平行な場合は図-4-5に示すように支間 L_3 を用いる。なお、支間長 L_3 は桁受けが片側チャンネルの場合は桁受け部材を支点とし、両側チャンネルの場合は支持杭中心を支点として求める。

(5) 覆工受け桁の計算

覆工受け桁は、覆工受け桁の自重と覆工板の自重および図-4-3の活荷重が作用する桁受けで支持された単純梁として計算する。

① 覆工受け桁と自動車の走行方向が直角な場合

(図-4-4)

T 荷重が直接覆工受け桁の上に載荷するものとし、図-4-6に示す荷重配列によって、覆工受け桁に最大応力が生ずるように載荷するものとする。

② 覆工受け桁と自動車の走行方向が平行な場合

(図-4-5)

自動車の走行方向と平行な覆工受け桁の設計は、T 荷重を図-4-7に示すように覆工板に載荷させ、各荷重による覆工受け桁への影響を考慮するものとする。

たとえば、B 桁に作用する荷重 P は、覆工受け桁に設置された覆工板 AB 間、BC 間に図-4-7のような影響線を考え、次式により求められる。

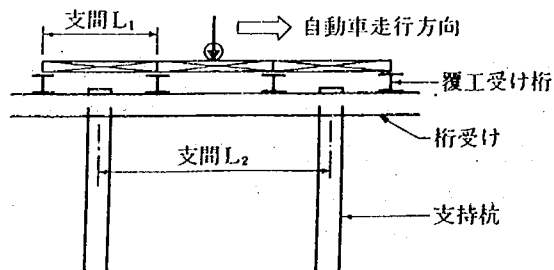
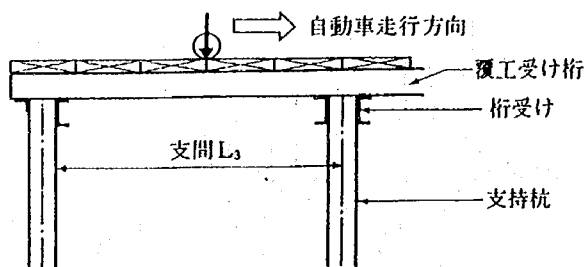


図-4-4 覆工受け桁と自動車走行方向が直角な場合の部材の支間



(a) 片側チャンネル (b) 両側チャンネル

図-4-5 覆工受け桁と自動車走行方向が平行な場合の部材の支間

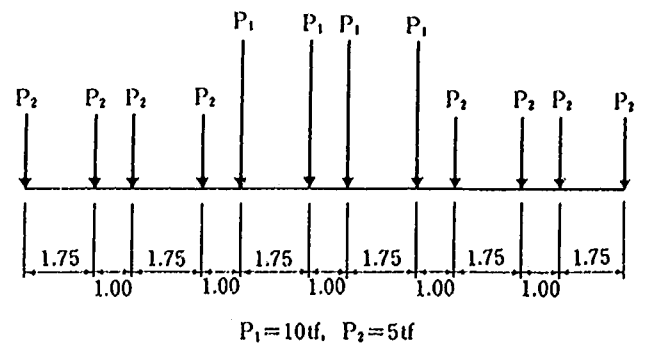


図-4-6 覆工受け桁と自動車の走行方向が直角な場合の荷重配列

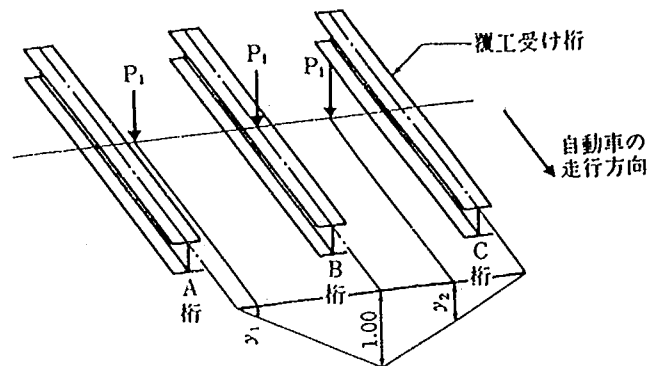


図-4-7 覆工受け桁と自動車の走行方向が平行な場合の荷重配列と影響線

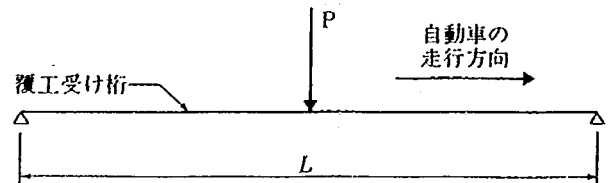


図-4-8 覆工受け桁と支間方向に作用する合成された荷重

$$P = 1.0 \cdot P_1 + \gamma_1 \cdot P_1 + \gamma_2 \cdot P_1$$

荷重 P を図-4-8に示すように作用させ、覆工受け桁を設計する。

覆工受け桁の活荷重によるたわみは「建設工事公衆災害防止対策要綱」に準拠し、 $L/400$ (L は支間長) 以下で、かつ、2.5 cm 以下でなければならない。このとき活荷重に衝撃は含まなくてもよい。

(文責：苗村正三 建設省土木研究所施工研究室長
三木博之 建設省土木研究所土質研究室長
中野正則 建設省土木研究所基礎研究室長)

1. 試験の目的

実構造物と同様に、接合位置に曲げとせん断力が同時に作用した場合の接合部の性能について、

1) 曲げ特性

①変形性能 ②剛性 ③曲げ耐力 ④ひび割れの発生状況 ⑤接合部の開き

2) せん断特性

①せん断耐力 ②ひび割れの発生状況

を確認し、今回計画しているモルタル充填継手による接合が、一体打ちのものと同等の性能を有するかどうか確認するために行った。

2. 実験概要

(1) 試験体

本実験において、試験体は No.1 ～ No.3 の 3 体とした。試験体 No.1 は一体打ちにより製作し、試験体 No.2, No.3 はモルタル充填継手〔（社）土木学会 鉄筋継手指針（評価指針（案））に規定する静的耐力性能 A 級継手〕による、接合部を有するものとした。各試験体の寸法および配筋を図-1 に示す。

試験体 No.1 と No.2 は曲げ破壊先行型の試験体で同一鉄筋量の配筋とし、両試験体の構造性能の比較および計算値との比較より、接合部が一体打ちのものと同等の構造性能を有するか否かを確認するものとした。

試験体 No.3 はせん断破壊先行型の試験体で、計算値との比較よりせん断耐力を確認するとともに、接合部のせん断破壊に対する影響を確認するものとした。

表-1 試験体の製作条件

試験体	継手有無	主鉄筋	備考
No.1	無	4-D22	一体打ち
No.2	有	4-D22	曲げ破壊先行
No.3	有	4-D25	せん断破壊先行

(2) 実験における加力応力状態

現設計法として広く用いられている許容応力度設計法により設計される断面は、曲げ応力度とせん断応力度が同時に許容応力度に達した場合が、もっとも厳しい応力状態となる。このような最大の応力状態で試験を行うことにより、試験の結果はすべての曲げとせん断応力度の組み合わせの断面に適用可能となる。したがって、試験体 No.1, No.2 の曲げせん断試験の計画に当たっては、試験体断面が上記の最大応力状態となるように、断面の大きさや配筋量を定めるものとした。試験体 No.3 については、せん断破壊を先行させるため、通常構造物より鉄筋量の多い配筋とした。

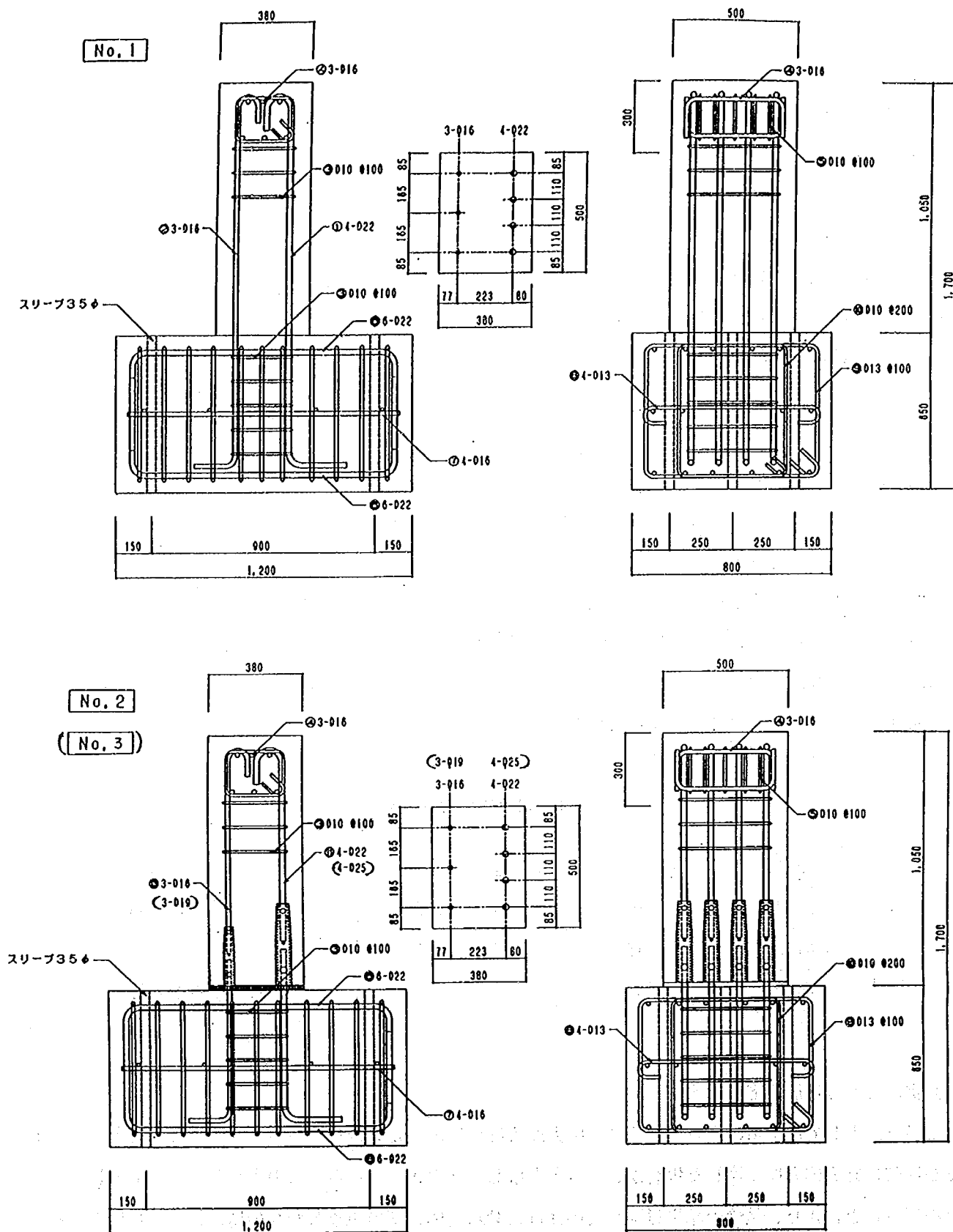


図-1 試験体構造図

(3) せん断スパン比 (M/Qd)

R C部材の終局せん断強度は、一般にせん断スパン比が 3.0を超えるとほぼ一定であるが、それ以下では増加する。対象構造物におけるせん断スパン比は 3.0前後であり、せん断スパン比を 3.0以上に設定しておけば許容応力度が設計上安全側となる。そこで、今回の実験ではせん断スパン比を終局せん断強度がほぼ一定になる 3.0とした。

(4) 加力方法

試験は 図-2 に示すように試験体のベースを P C鋼棒により反力床に固定し、試験体 No.1, No.2についてはアーム長さ95cmの箇所を、試験体 No.3についてはアーム長さ80cmの箇所を水平加力装置により加力を行った。

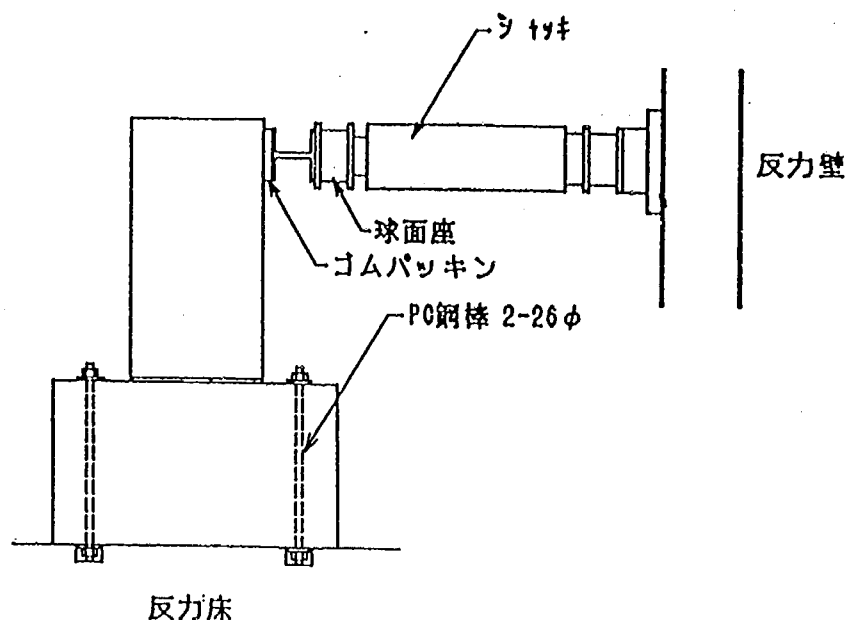


図-2 载荷概念図

実際の構造物では正の繰り返し荷重が作用すると考えられるため、加力サイクルは正の繰り返し加力とし、図-3 に示すようにひび割れ発生荷重で 1回、試験体設計荷重および設計荷重の 1.5倍で各々 3回、降伏荷重で 2回の繰り返し加力を行った後に、破壊に到るまで加力を行うものとした。

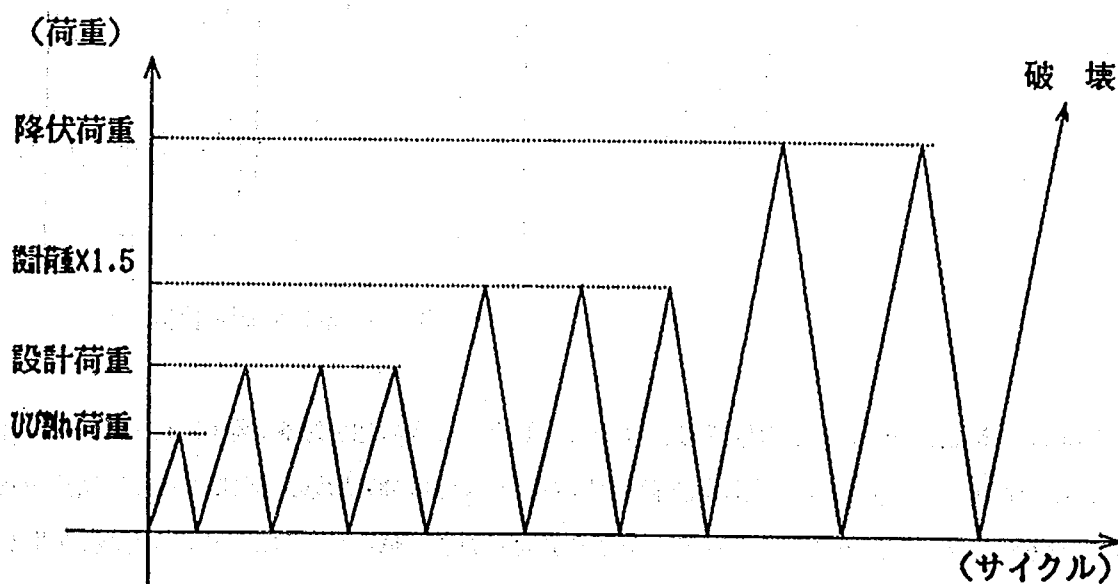


図-3 加力サイクル

(5) 使用材料

試験実施に先立ち実施したコンクリートおよび鉄筋の材料試験結果を 表-2 , 表-3 に示す。

表-2 材料試験結果(コンクリート)

(kgf/cm²)

	圧縮強度	割裂強度	弾性係数
No.1	292	29.9	2.70E5
No.2	295	34.9	2.64E5
No.3	293	29.5	2.76E5

表-3 材料試験結果(鉄筋)

(kgf/cm²)

呼名	降伏点	引張強さ	伸び(%)
D16	3779	5439	20.6
D19	3751	5537	18.2
D22	3631	5478	19.1
D25	3393	5271	22.2

(6) 計測項目

計測項目および使用計器を 表-4 に、変形の測定位置を 図-4 に示す。

表-4 計測項目および使用機器

計測項目	使用機器
荷重	ロードセル
コンクリートひずみ	ひずみゲージ
鉄筋ひずみ	ひずみゲージ
変形	変位計
ひび割れ	目視、スケッチ

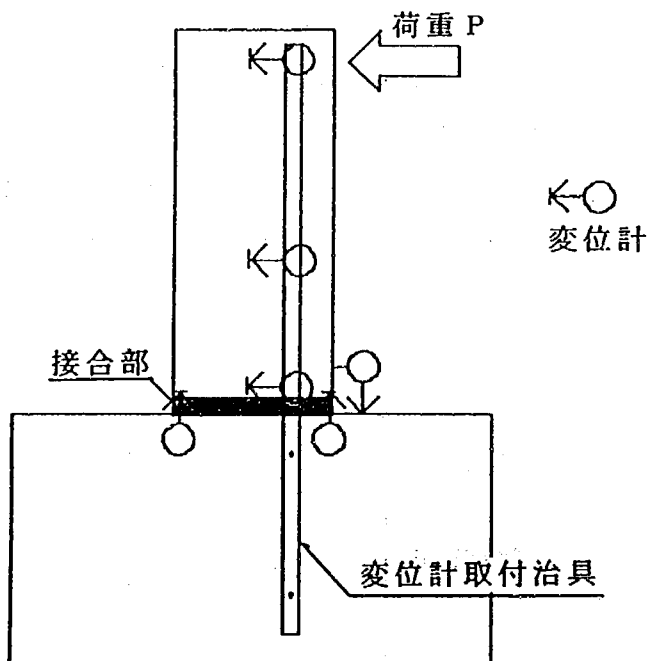


図-4 変位計測定位置

3. 実験結果

(1) 変形性能

試験体 No.1と試験体 No.2について、加力位置における荷重Pと変形δの包絡線を 図-5 に示す。試験体 No.1においては、①ひび割れの発生まで ②鉄筋が降伏するまで ③鉄筋降伏後の3段階において剛性の変化が認められる。試験体 No.2では、接合部の付着抵抗が余り発揮されず、低い荷重段階からひび割れが生じたために初期の勾配が見られず、鉄筋降伏前後の2段階についてのみ剛性の変化が認められる。しかし、ひび割れ発生以後の剛性については試験体 No.1, No.2では差が認められない。また、鉄筋降伏以後は試験体 No.2の方が剛性が高く変形しにくいものとなっている。

各試験体の鉄筋降伏時の変形量と最終耐力時の変形量を比較して 表-5 に示す。鉄筋降伏時の変形量を 1δ とすれば、最終耐力時にはどちらの試験体についても 4.5δ を超え、十分な靱性を有している。

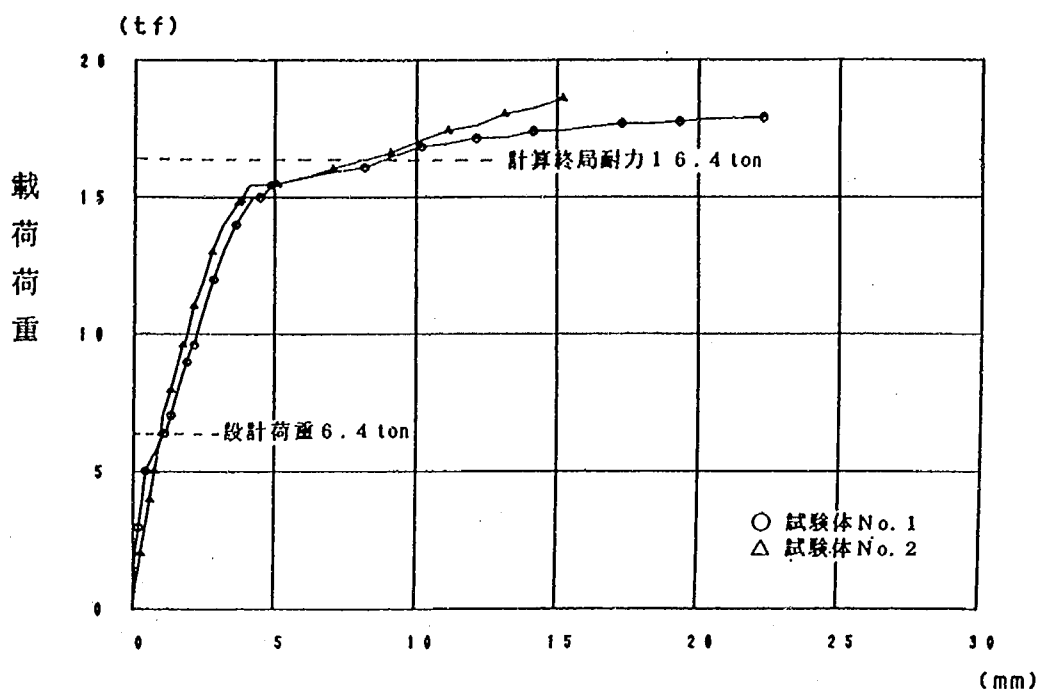


図-5 載荷位置の変形量

表-5 靱性の比較

(2) 剛性

試験体 No.1と試験体 No.2について、割線剛性を用いて、各荷重段階における剛性の比較を行った。両試験体の剛性を比較すると、試験体 No.2の剛性は試験体 No.1に比べて10~20%高いものとなっている。これは、スリーブが入ることによる影響と考えられるが、変形状況は試験体 No.1と同じくスムーズであり、スリーブの所で角折れするような変形状況にはなっていない。

	変形量 (mm)		靱性
	①	②	
	鉄筋降伏時	最終耐力時	②/①
No. 1	4.3	22.3	5.19
No. 2	3.8	17.2	4.53

(3) 曲げ耐力

試験体 No.1と試験体 No.2について、曲げ終局耐力式(1) による計算値と実測値との比較を行った結果を 表-7 に示す。計算値は、実測値に対して10 %程度安全側のものとなっており、試験体 No.1と試験体 No.2における有為な差は認められない。

表-6 各載荷段階における
割線剛性の比較 (tf/cm)

	No. 1	No. 2
ひび割れ発生荷重	82.7	—
設計荷重	55.7	64.0
設計荷重 × 1.5	44.7	53.3
鉄筋降伏	35.3	39.5

・曲げ終局耐力

$$M_u = A_s \cdot f_y \cdot d \cdot (1 - 0.6 \frac{P_u \cdot f_y}{f_c}) \quad (1)$$

ここで、 M_u : 曲げ終局耐力

 f_y : 鉄筋の降伏点 (実測値) f_c : コンクリートの圧縮強度 (実測値)

d : 有効高さ P_w : 鉄筋比

表-7 曲げ終局耐力と計算値の比較
(tf・m)

	① 実測値	② 計算値	①／②
No. 1	17.0	15.6	1.09
No. 2	17.7	15.6	1.13

(4) ひび割れの発生状況

試験体 No.1と試験体 No.2について、試験終了後のひび割れ発生状況を 図-6、図-7 に示す。試験体 No.1は、試験体付根にひび割れが発生し、その後付根より30cmの位置に発生した曲げひび割れが主となって進展し、最終的に圧縮側の付根へ伸びて最終破壊に到るものであった。試験体 No.2では、初期に試験体下端の接合部に開きが生じるが、最終的には下端から32cmの位置に発生した曲げひび割れが主に進行し、圧縮側下端に伸び、せん断ひび割れとつながって最終破壊に到るものであった。

《試験体 No. 1》

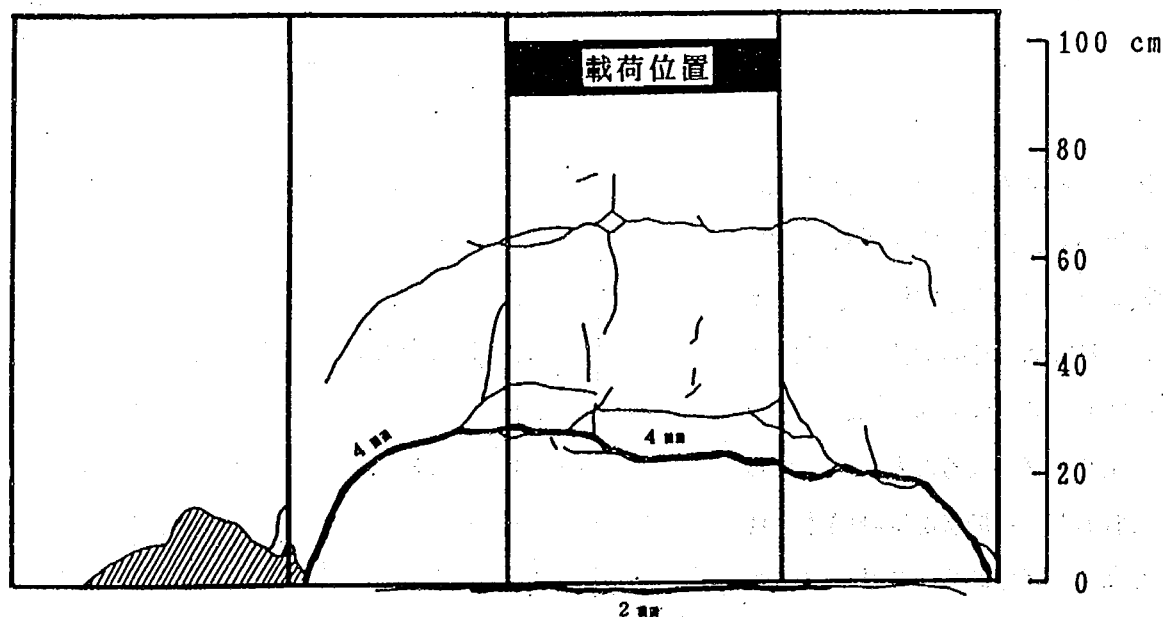


図-6 ひび割れ発生状況(試験体 No.1)

〈試験体 No. 2〉

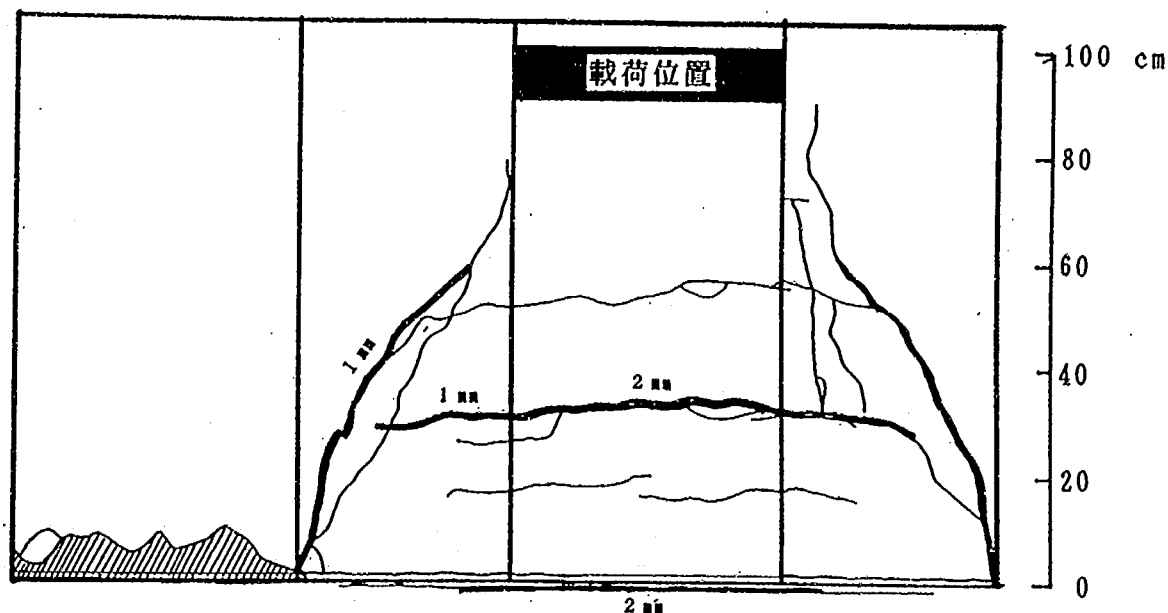


図-7 ひび割れ発生状況 (試験体 No.2)

(5) 接合部の開き

試験体 No.1付根に発生したひび割れと、試験体 No.2接合部の開きおよび、コンクリート標準示方書に示される曲げひび割れ幅の計算値を各荷重段階最終サイクル時ごとに比較を行った結果を図-8に示す。試験体 No.2は、荷重初期から接合部の開きが見られるものの、その後の進展では両者を比較した結果差が無いものとなっている。また、両供試体とも計算値より小さいものとなっている。

・曲げひび割れ幅

$$\omega = k \{4c + 0.7(c_s - \phi)\} \{ \sigma_{s,s} / E_s + \varepsilon'_{s,s} \} \quad \text{----- (2)}$$

ここで、 ω : 曲げひび割れ幅

k : 鋼材の付着性状の影響を表す定数

c : かぶり

c_s : 鋼材の中心間隔

ϕ : 鋼材径

$\sigma_{s,s}$: 鉄筋応力度の増加量

$\varepsilon'_{s,s}$: コンクリートの乾燥収縮およびクリープによるひび割れ幅の増加を考慮するための数値

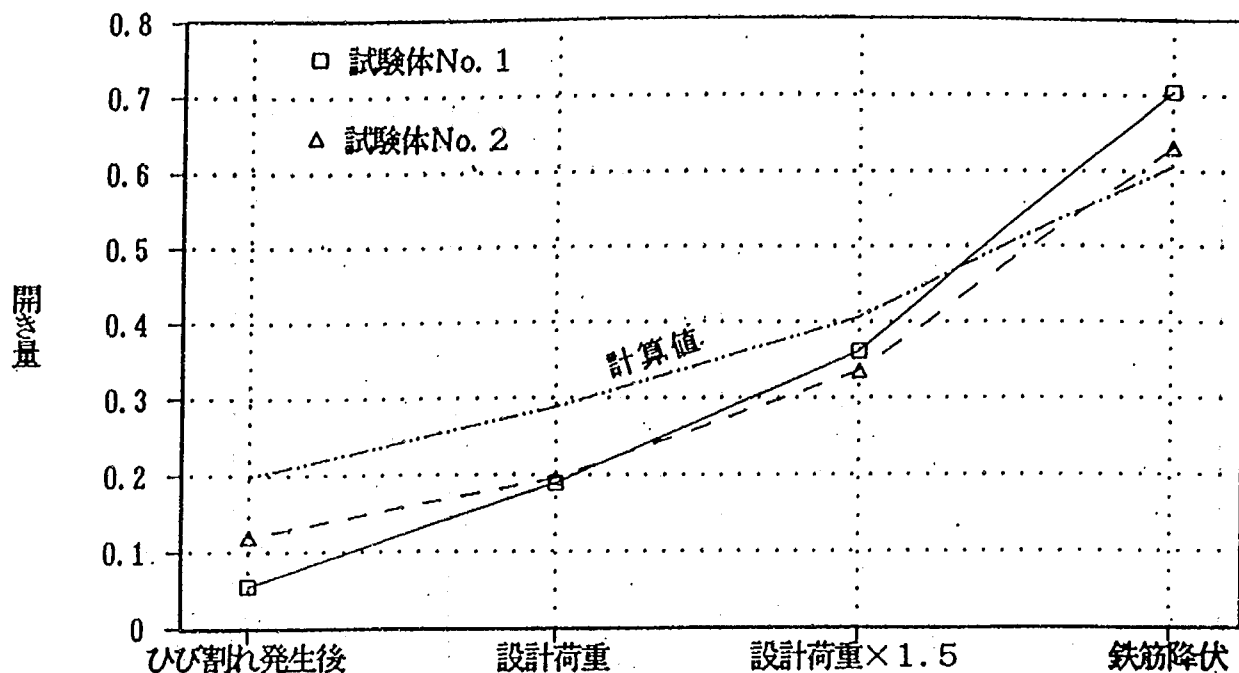


図-8 各サイクル最終時におけるひび割れ幅の進展

(6) セン断耐力

試験体 No.3について、試験終了後のひび割れ発生状況を 図-9 に示す。ひび割れの進行は、試験体下端から40cmの位置に発生した曲げひび割れが先行し、これが途中から斜めひび割れへと移行した。そして、最終的に載荷点から圧縮側に伸びたせん断ひび割れが卓越し、圧縮部コンクリートが圧壊するせん断圧縮破壊となっている。図-10 に載荷位置における荷重Pと変形δの包絡線を示す。

せん断耐力の比較を(3)式に示す計算値と実測値で行い 表-8 に示す。実測値は計算値を下回ることにはなかった。No.3試験体ではせん断スパン比が 2.67となっており、ウェブコンクリートに発生する圧縮応力の影響により、計算値よりも大きめの値となったことも耐力が大きくなったひとつの要因と考えられる。

・終局せん断耐力

$$V_u = 0.94 f_c^{1/3} (0.75 + 1.4 \cdot d/a) \cdot (1 + \beta_p + \beta_d) b_w \cdot d \quad \text{----- (3)}$$

$$\beta_p = \sqrt{100 P_w} - 1 \quad \beta_d = \sqrt{100 / d} - 1$$

ここで、 V_u : 終局せん断耐力 a : せん断スパン
 f_c : 有効高さ P_w : 鉄筋比
 d : 有効高さ b_w : 部材幅

表-8 セン断耐力の計算値との比較
(tf・m)

	① 実測値	② 計算値	①/②
No.3	25.9	18.1	1.43

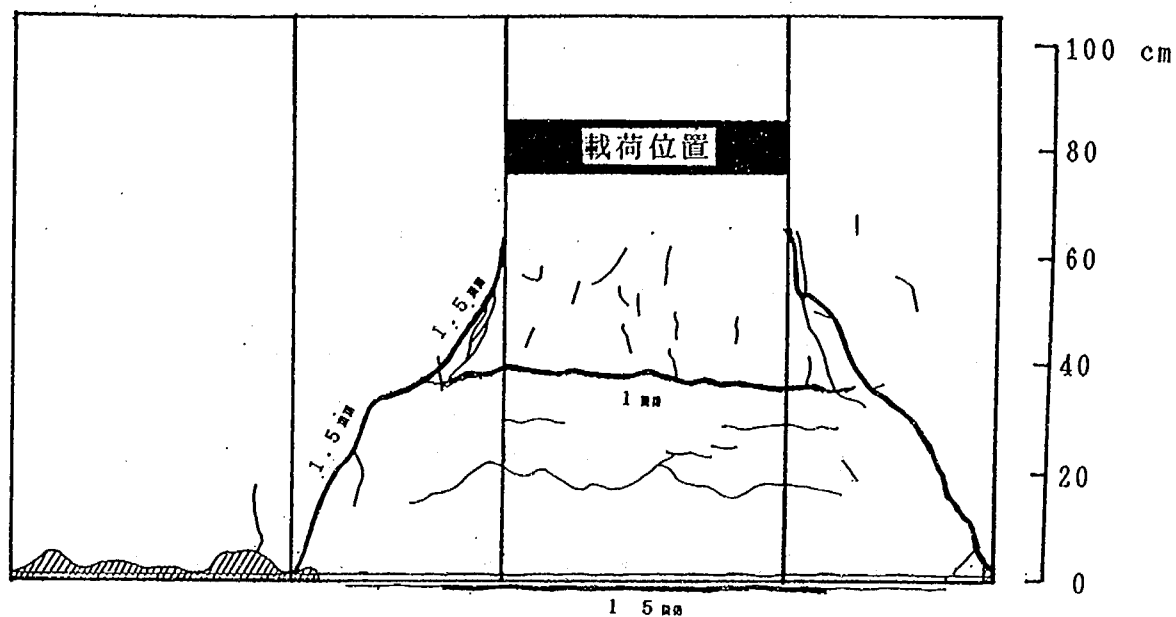


図-9 ひび割れ発生状況 (試験体 No.3)

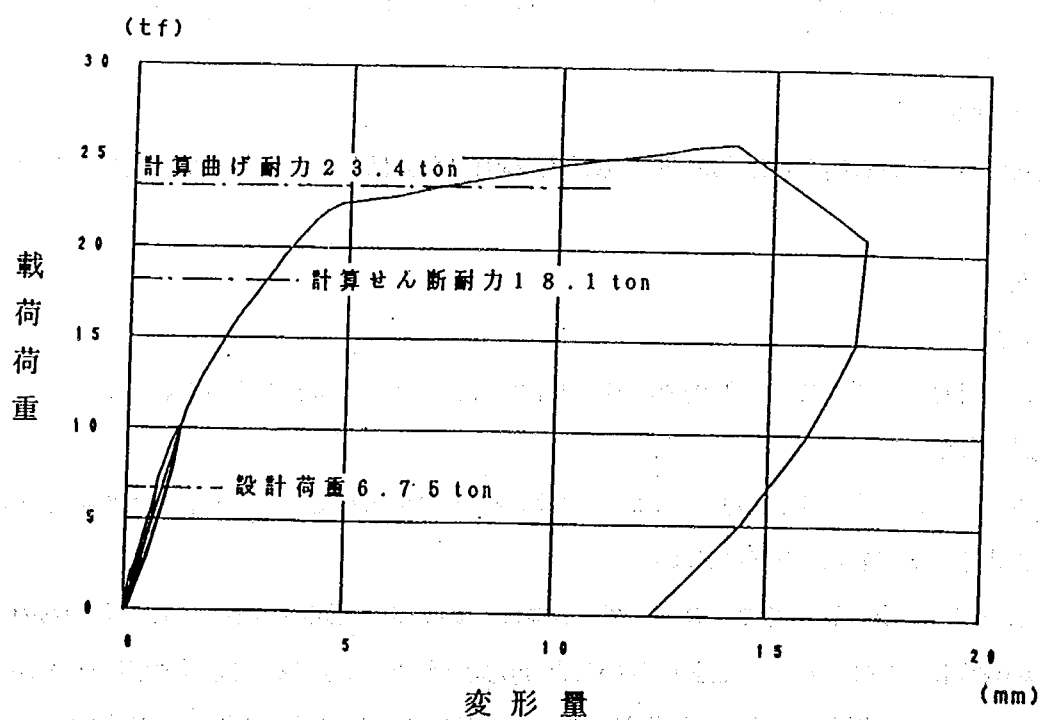


図-10 载荷荷重～変形量曲線

4. 考察

モルタル充填継手を用いて接合した試験体の各種構造性能をまとめると次の通りである。

(1) 曲げ特性

曲げ破壊先行型の試験体 No. 1 (一体打ち試験体) と No. 2 (モルタル充填継手を用いた試験体) とを比較して述べる。

1) 剛性

モルタル充填継手を用いて接合した試験体の剛性は、スリーブ以外でのモルタル付着強度が期待されず、初期ひび割れが早期に発生するため初期剛性は低い。

ひび割れ発生後の剛性は、一体打ちのものよりも 1割から 2割程度高い結果が認められたが、試験体断面に対するスリーブ断面の示す割合が実構造物より大きく、今回の試験ではこれがより大きく現れるものであったことを考慮すると、実際に使用された場合、剛性の差はほとんどないものと予想される。

2) 靱性 (塑性変形性能)

一体打ち試験体が 5.19δ 、であり、接合試験体が 4.53δ 、とどちらも十分な靱性を有している。

3) 終局耐力

曲げ耐力は計算値に対して、一体打ち試験体が 1.09 倍、接合試験体が 1.13 倍であり、両試験体間の差はなく、通常の計算式による値を上回っている。

4) ひび割れの発生状況

両供試体とも曲げひび割れが卓越した形となっており、接合試験体においてもひび割れの部分的な集中は特に認められない。

5) モルタル目地部の開き

一体打ち試験体のひび割れ幅と目地部の開き量の間には有為な差はなく、ともにひび割れ幅の計算値を超えるものではない。

(2) セン断特性

1) セン断耐力

セン断耐力は、計算値に対して 1.93 倍であり、通常の計算式による値を上回っている。

2) セン断破壊形態

破壊は載荷点と固定点とを結ぶ斜め引張によるセン断ひび割れにより生じており、目地部の存在およびこの部分の開きによる影響は特に認められない。

以上述べたように、二次製品部材の接合面の構造性能については、実際の結果、一体打ちのものと耐力および変形性能の両面において、ほとんど差のないことが確認された。したがって、今回用いたモルタル充填継手〔(社)土木学会 鉄筋継手指針 (評価指針 (案)) に規定する静的耐力性能 A 級継手〕により接合する二次製品 (擁壁, ボックスカルバート) の設計は許容応力度設計法で行うなら、一体打ちの設計と差異のないものとする。

1. 実験の目的

本研究で開発した大型プレハブ工法は、分割したプレキャスト部材（擁壁は、底版、たて壁の2分割、ボックスカルバートは、底版、左右側壁、頂版の4分割）を静的耐力性能A級のモルタル充填継手で接合するものであり、今回の実験では図-1に示すボックスカルバート4分割の試験体を3組製作し、組立実験を行った。実験に際しては、本開発工法のプレハブ工法としての妥当性を実証するために、

- ①プレキャスト部材の製作精度
- ②機械化施工の施工性
- ③部材組立の施工性および精度
- ④継手部モルタルの注入性能
- ⑤工法としての安全性

を確認するとともに、本工法の設計・施工上の問題点を抽出し、それを反映して「コンクリート二次製品設計施工に関する技術資料」を作成することを目的として実施した。

なお、工法上、擁壁またはボックスカルバート、どちらかの組立実験によりその評価は得られることから、今回の実験ではボックスカルバートについて実施した。

2. 実験の概要

実験は、表-1に示す設計条件により製作した試験体（図-1）を用い、図-2に示すフローにしたがい実施した。

また、プレキャスト部材の最適組立方法を選定するために、機械化施工の有効性および底版、側壁、頂版の施工組立順序による施工性についても比較検討した。

表-1 設計条件

項	目	単 位	数 値
構 造 形 式			P C 構造
活 荷 重			T - 25
土 被 り		m	3.0
コ ン ク リ ー ト 設 計 基 準 強 度		Kgf/cm ²	400
許 容 応 力 度	コンクリート曲げ圧縮応力度	Kgf/cm ²	140 (150)
	コンクリート曲げ引張応力度	Kgf/cm ²	(-25)
	コンクリートせん断応力度	Kgf/cm ²	5.5
	鉄筋引張応力度	Kgf/cm ²	1440

() 内数値は、P C構造部とする

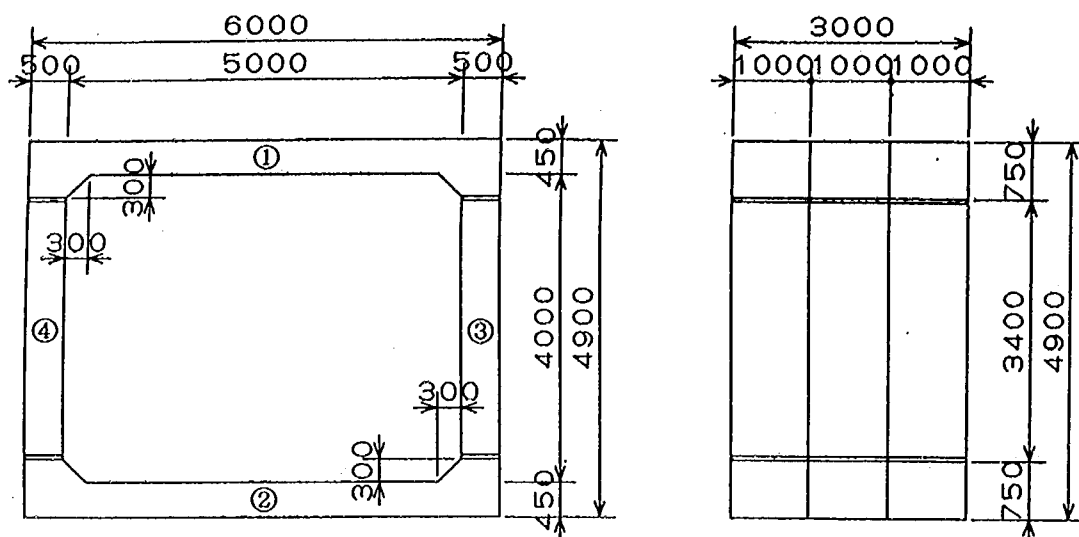


図-1 4分割試験体

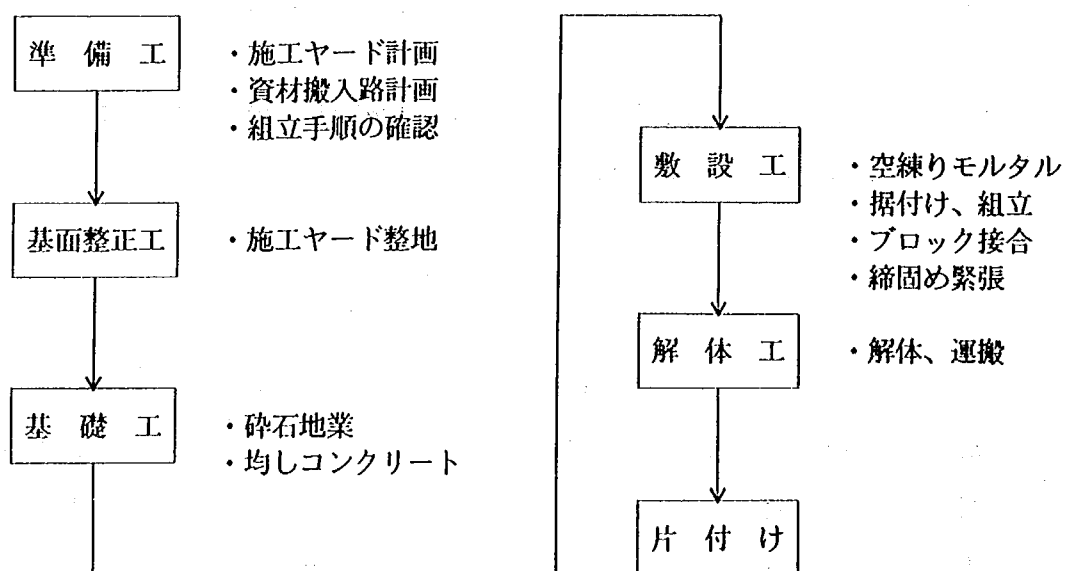


図-2 実験フロー

(1) 実験工程

実験は 表-2 にしたがって実施した。

表-2 実験工程表

平成6年 月 日			10/5 (水)	/6 (木)	/7 (金)	/8 (土) 休	/9 (日) 休	/10 (月) 休	/11 (火)	/12 (水)	/13 (木)	/14 (金) 見学日	/15 (土) 休	/16 (日) 休	/17 (月)	/18 (火)	/19 (水)
実 験 工 程	組 立 て	作業ヤード整備															
		実験会場設営															
		基礎砕石・均しツ															
		部材搬入															
		自動化準備															
		据付け								Case-1 ~ 3							
		継手グラウト															
		グラウト養生															
		縦締め緊張															
		完成検査															
	解 体	解体・整地															
		片付け															
調 査	施工状況調査									○	○				○		
	7カ所調査									○	○				○		
	出来型計測									○	○				○		
	ビデオ撮影				○				○	○	○	○	○		○		

(2) 実験ヤード

実験は、つくば市の建設省土木研究所構内で実施した。実験ヤードの全体配置関係を 図-3 に示す。なお、組立ヤード(斜線ハッチ部分)には 図-4 に示す基礎工を設けるとともに、据付け精度を確保するために、高さ調整金物(L形鋼)を均しコンクリート中に埋め込み設置した。

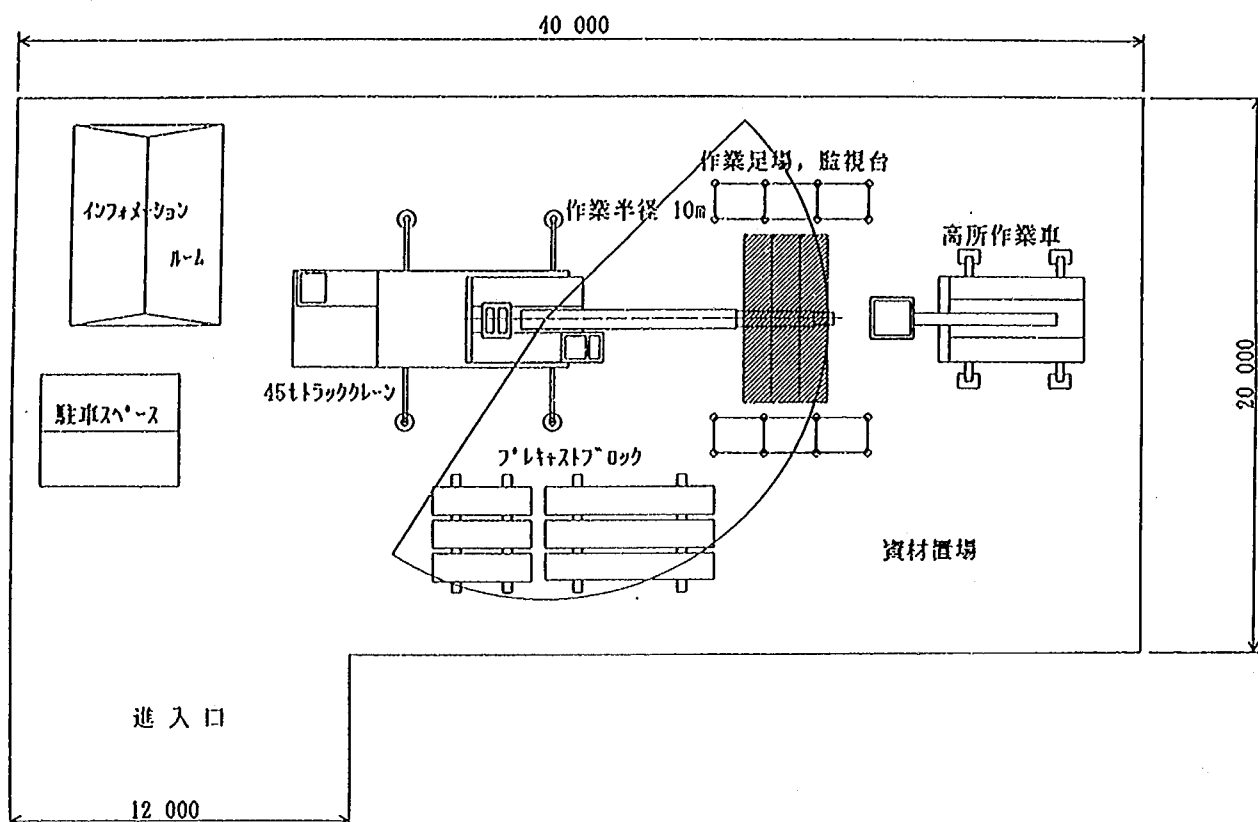


図-3 実験ヤード平面配置図

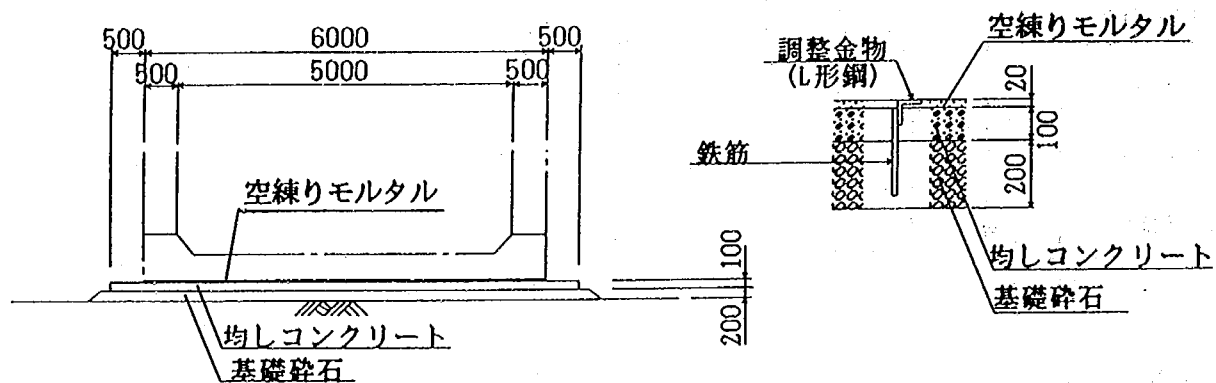


図-4 基礎工図

図-5 高さ調整金物

(3) 試験体

本実験は、試験体として 図-1 に示す ボックス内空 $5\text{ m}^{\text{B}} \times 4\text{ m}^{\text{H}}$ 、延長 1 m の 4分割プレキャスト部材 3組を用いて行った。各ブロックの構造および重量を次に示す。

頂版 (①ブロック) PC部材 $W=7.73\text{tf}$

側壁 (③, ④ブロック) RC部材 $W=4.25\text{tf}$

底版 (②ブロック) PC部材 $W=7.73\text{tf}$

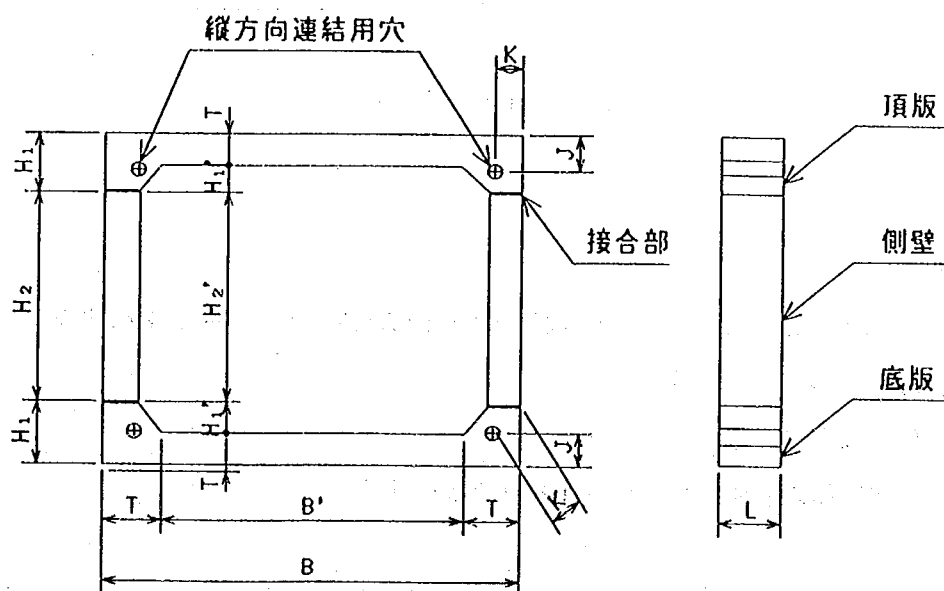
また、試験体製作に際しては製品製作仕様として以下の製作基準により管理した。

1) 製品寸法許容値

各部材寸法の許容値は 表-3 の通りとし、検査は全数検査とした。また、モルタル充填継手のスリーブおよび治具ボルト位置については、図面表示位置に対し中心での誤差 $\pm 2\text{mm}$ を許容値とした。

表-3 部材寸法許容値

項 目	許容値 (mm)	項 目	許容値 (mm)
外 幅 (B)	- 3 ~ + 5	内 高 (H'_2)	- 3 ~ + 5
外 高 (H_1)	- 2 ~ + 3	厚 さ (T)	- 2 ~ + 3
外 高 (H_2)	- 3 ~ + 5	長 さ (L)	- 3 ~ + 5
内 幅 (B')	- 3 ~ + 5	縦方向連結穴 (J)	- 3 ~ + 5
内 高 (H'_1)	- 2 ~ + 3	縦方向連結穴 (K)	- 3 ~ + 5



2) 外観形状

外観形状については、各部材には有害な傷が無く、内面は滑らかでなければならないものとした。ただし、有害な傷があるものとは次に示すものとし、乾燥収縮にともなう表面のひび割れは除いた。

- ①製品内外表面に、コンクリートの剥離および骨材の露出のあるもの
- ②製品内外面に、鉄筋による露出したシミ（製品端面は除く）のあるもの
- ③製品端面の平面に欠損のあるもの
- ④製品表面に極度の気泡があるもの

なお、文末に今回実験に用いた製品図を添付する。

(4) 組立順序

最適な組立方法を選定するために、図-6 に示す組立パターン（Case 1, Case 2, Case 3）を比較検討した。

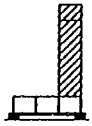
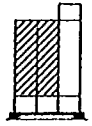
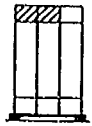
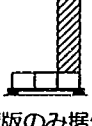
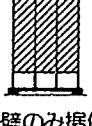
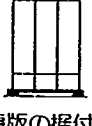
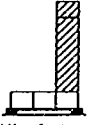
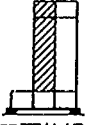
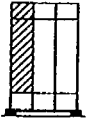
	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
Case 1 施工性・組立 精度の両立			 ・基準ブロック の据付け (第一図体組上り)	 ・側壁のみ据付け	 ・頂版の据付け
Case 2 施工性重視型	 ・基礎コンク リート 空練りモルタル	 ・底版の据付け 仮止め	 ・側版のみ据付け	 ・側壁のみ据付け	 ・頂版の据付け
Case 3 組立精度 重視型			 ・基準ブロック の据付け (第一図体組上り)	 ・第二図体組上り	 ・第三図体組上り

図-6 組立パターン

(5) 施工の自動化

今回の実験では、部材の据付け、組立ての合理化施工を図るため次の4装置を機械化施工装置として採用した。その施工概念図を図-7 に示す。

①自動玉掛け外し装置

高所での玉掛け作業を無くすことを目的として採用した。

②組立ガイド

省人化を目的としたもので、部材組立に際しての鉄筋とモルタル充填継手のスリーブとの芯合わせ用ガイド。

③TVモニター

TVモニター（2方向からの映像による）により、部材と組立ガイドのおさまり具合や鉄筋とスリーブの芯合わせ状況が、クレーンのオペレーターに視認できるようにした。この装置により、組立時の安全性向上を目指した。

④高所作業車

高所作業時の足場の代替として利用することとした。

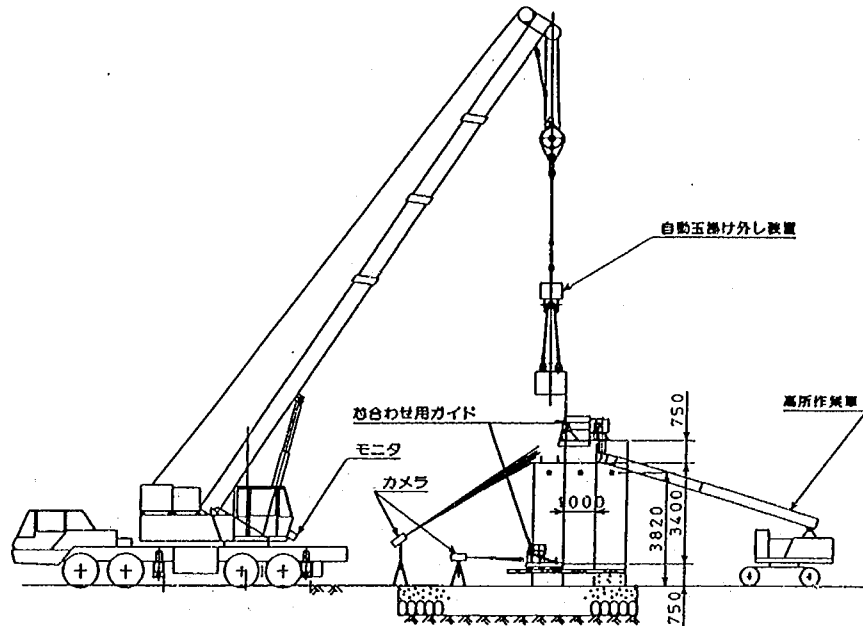


図-7 機械化施工概念図

3. 実験確認項目および調査方法

(1) 実験確認項目

本実験における製品製作の確認項目、施工方法の確認項目および施工機械の確認項目を文末に添付する。

(2) 調査方法

本工法の省力化・省人化等への有効性や安全性について、また現場施工における留意点を確認するために以下の調査を実施した。

①作業員からの意見聴取

作業に携わった作業員から、直接アンケート方式で意見を聴取することにより施工難易度の評価を得ることを目的として実施した。

②施工時間の計測

対象となる工種の施工時間を作業時間ごとに計測し、作業員や施工機械の稼働率などから施工性を評価した。調査は、施工サイクル調査票による現地調査とビデオ・メモによる再現調査により実施した。

③出来形計測

部材組立時の個々の組（計3組、3m分）の出来形および組立完了時の最終出来形を計測することに

より、図-6 に示した組立パターンの相違による出来形精度を確認した。また、目地処理部分については、採取した目地部の資料から定量的な評価を実施した。

④行動リスト調査

予想した不安全行動と実作業における不安全行動とを比較するとともに、工法としての安全性を評価した。

4. 実験結果

(1) プレキャスト部材の製作精度

プレキャスト部材は、図-8 に示すフローにしたがい製作した。管理は各工程ごとに設定した管理値により行った。

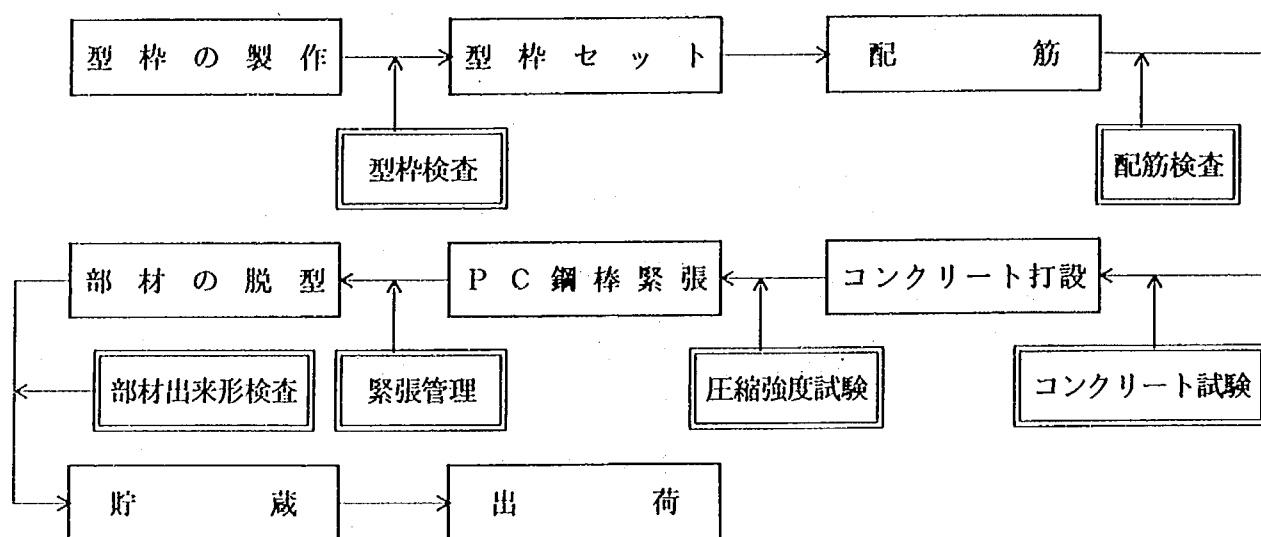


図-8 プレキャスト部材製作フローチャート

1) 型枠の製作

今回製作した型枠は、頂版・底版兼用枠および左右側壁兼用枠の2枠とした。型枠製作終了時に計測した結果、型枠各部の寸法は管理値以内であった。

2) 鉄筋

配筋完了時における測定値は、管理値以内であった。

3) PC鋼棒の緊張

PC鋼棒の緊張は、コンクリート強度 (350kgf/cm^2)を確認後実施した。緊張管理は、ジャッキ圧力計の確認およびPC鋼棒の伸び量の測定により行った。その結果、PC鋼棒の伸び量は、 $0\% \sim +2.7\%$ の範囲で管理されていた。

4) 部材出来形検査

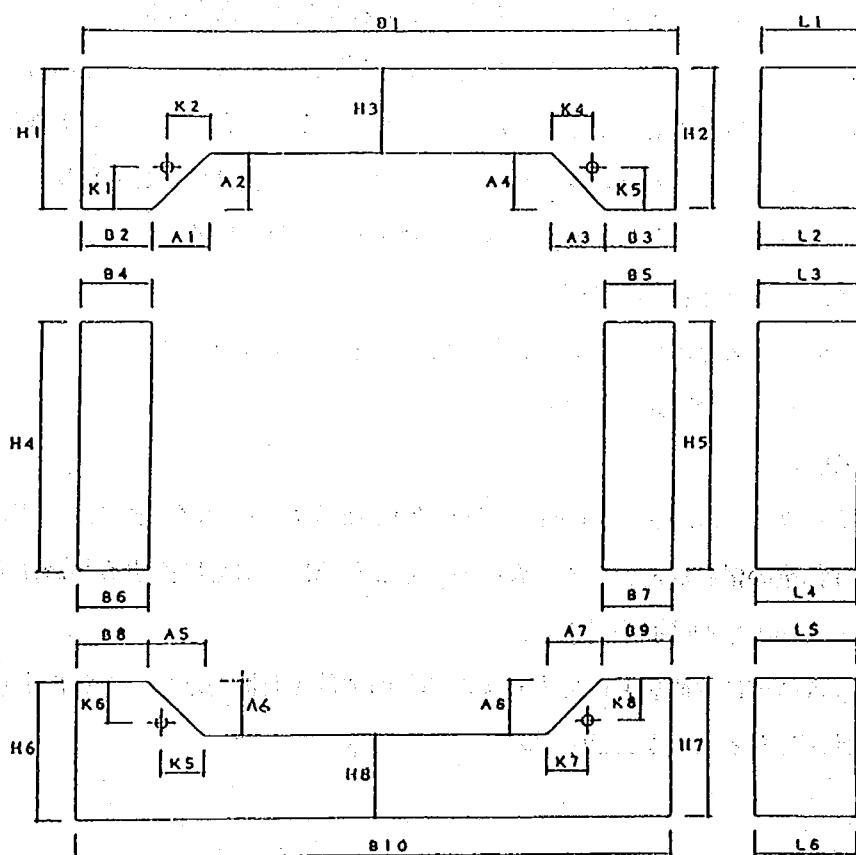
表-4 に部材製作後に実施した出来形検査の一例を示す。各部材とも全て管理値以内におさまっていたが、モルタル充填継手スリーブに挿入される鉄筋に曲がりが生じているものがあった。

表-4 部材出来形管理表 (例)

No. 2

測定箇所	設計寸法	許容差	測定値	誤差	測定箇所	設計寸法	許容差	測定値	誤差
B 1	6,000	-3,+5	6,000	±0	H 1	750	-2,+3	751	+1
B 2	500	-2,+3	500	±0	H 2	750	"	752	+2
B 3	500	"	501	+1	H 3	450	"	452	+2
B 4	500	"	499	-1	H 4	3,360	-3,+5	3,361	+1
B 5	500	"	499	-1	H 5	3,360	"	3,359	-1
B 6	500	"	500	±0	H 6	750	-2,+3	751	+1
B 7	500	"	498	-2	H 7	750	"	751	+1
B 8	500	"	500	±0	H 8	450	"	452	+2
B 9	500	"	499	-1	K 1	199.5	±2	200	+0.5
B 10	6,000	-3,+5	6,000	±0	K 2	199.5	"	200	+0.5
A 1	300	"	300	±0	K 3	199.5	"	199	-0.5
A 2	300	"	300	±0	K 4	199.5	"	199	-0.5
A 3	300	"	301	+1	K 5	199.5	"	199	-0.5
A 4	300	"	300	±0	K 6	199.5	"	201	+1.5
A 5	300	"	299	-1	K 7	199.5	"	199	-0.5
A 6	300	"	301	+1	K 8	199.5	"	200	+0.5
A 7	300	"	300	±0	L 1	1,000	-3,+5	1,001	+1
A 8	300	"	301	+1	L 2	1,000	"	1,000	±0
					L 3	1,000	"	999	-1
					L 4	1,000	"	1,000	±0
					L 5	1,000	"	1,000	±0
					L 6	1,000	"	1,001	+1

(単位: mm)



(2) 機械化施工の施工性

プレキャスト部材の据付け、組立の合理化を図るために、今回の実験では機械化装置を導入した。その結果を以下に示す。

1) 自動玉掛け外し装置

ガントチャート、マンマシンチャート、アンケート調査の結果から、高所における玉掛けワイヤーの付け替え時間が予想以上に多いことが判明した。このことから、高所における玉掛け作業の低減を図るうえで本装置は有効なものであると判断される。

2) 組立ガイド

組立ガイドによる省力化の効果を、組立ガイドの有無による施工時間により評価した。施工時間の差は図-6 による Case 1 では次の通りであった。

組立ガイド有り	107 ^{M20} ^s
組立ガイド無し	105 ^{M25} ^s
差	1 ^{M55} ^s

評価として、組立ガイドは施工時間短縮に寄与していないと判断された。しかしながら、ガイド取付け時間が作業別時間集計から頂版部を除いて 7^{M28}^s を要しており、ガイド取付け方法の改良により十分省力化（施工時間の短縮）に寄与できるものと判断される。

3) TV モニター

ガントチャートからモニターの有無による作業速度の差はあまりないことが判明した。また、アンケート調査では、クレーンのオペレーターはモニターの有無による作業性、操作性について「どちらが良いとは、はっきり言えない」と回答している。モニター有無による差異が生じなかった原因は、今回の実験が平場で実施され、オペレーターから作業がよく見えたこと、また、先手の合図を優先して作業したことなどが考えられる。しかし、TV モニターの有効性は否定されておらず、調査結果として部材の移動に対するカメラの追従制御方法等、今後モニターとして改良すべき課題が上げられている。

(3) 部材組立方法による施工性および精度

今回の実験では、ボックスカルバートを 4 分割したプレキャスト部材（図-1） 3 組用いて、3 ケースの組立順序（図-6）について施工性の確認実験を実施した。

1) 組立施工性の比較

各ケースにおける組立施工時間から、Case 1, Case 2, Case 3 の施工性を比較した。比較に際しては、組立施工時間から据付け作業の慣れなどによる影響を消去するために、組立に要する共通作業については、ケースによらずその作業全回の平均時間を計上した。

表-5 に玉掛け段取時間に主眼をおいてとりまとめた所要施工時間を示す。これにより、連続作業の行える Case 2 の施工性が優れることが確認される。

表-5 3 m 当りの組立所要時間

		C a s e 1	C a s e 2	C a s e 3
ブ ロ ッ ク 据 付 時 間		2 ^h 03 ^m 45 ^s		
玉 掛 け 段 取 り 時 間	底 版	1回 × 2 ^m 03 ^s = 2 ^m 03 ^s	1回 × 2 ^m 03 ^s = 2 ^m 03 ^s	1回 × 2 ^m 03 ^s = 2 ^m 03 ^s
	側 壁	2回 × 2 ^m 33 ^s = 5 ^m 06 ^s	1回 × 2 ^m 33 ^s = 2 ^m 33 ^s	3回 × 2 ^m 33 ^s = 7 ^m 39 ^s
	頂 版	2回 × 1 ^m 47 ^s = 3 ^m 34 ^s	1回 × 1 ^m 47 ^s = 1 ^m 47 ^s	3回 × 1 ^m 47 ^s = 5 ^m 21 ^s
合 計		2 ^h 14 ^m 28 ^s	2 ^h 10 ^m 08 ^s	2 ^h 18 ^m 48 ^s

施工延長を考慮した施工時間の比較を 表-6 に示す。なお、検討条件として 1 施工サイクルを 3 ブロック (3 m) とし、基礎工、グラウト工、縦断方向緊張作業を除いた仮組での比較とした。また、Case 1 は施工手順から基準ブロックの作製後、側壁の据付けを連続させるものとした。これにより、実施工レベルの延長を考慮した場合、基準ブロックを作製する Case 1 は、これを作製しない Case 2 とほとんど変わらないものとなった。

一方、Case 3 の組立方法 (1 ブロックずつ組立ててゆく方法) は、施工時間においては施工性が劣るものと判断された。

表-6 施工延長と施工時間の関係

施 工 延 長	C a s e 1	C a s e 2	C a s e 3
15 m	10 ^h 55 ^m 00 ^s	10 ^h 50 ^m 40 ^s	11 ^h 34 ^m 00 ^s
30 m	21 ^h 45 ^m 40 ^s	21 ^h 41 ^m 20 ^s	23 ^h 08 ^m 00 ^s
45 m	32 ^h 36 ^m 20 ^s	32 ^h 32 ^m 00 ^s	34 ^h 42 ^m 00 ^s
60 m	43 ^h 27 ^m 00 ^s	43 ^h 22 ^m 40 ^s	46 ^h 16 ^m 00 ^s

なお、今回の実験から施工ケースによらず、施工性を決定する要素としては、プレキャスト部材から突出している主鉄筋の精度およびモルタル充填継手のスリーブの精度が重要であることが判明した。

2) 組上がり精度・据付け精度について

実験に用いたプレキャスト部材は 3 組と少なく、また常に同一の組で組立てていることから、組立精度の相違は組立方法に左右されるものと判断される。このようなことから、各ケースの組上がり精度・据付け精度について、スチールテープを用いて計測した計測値と管理基準値とによる評価を試みた。ここで、組上がり精度とは組立完了後の内空寸法および延長の測定値から求められるものであり、据付け精度とは仮組立時の測定値から求められるものである。

今回の実験における組上がり精度の結果の一部を 図-9 に、また求めた不偏推定量を 表-7 に示す。なお、比較した各ケースは機械化施工装置を全て(4装置とも)利用している場合である。

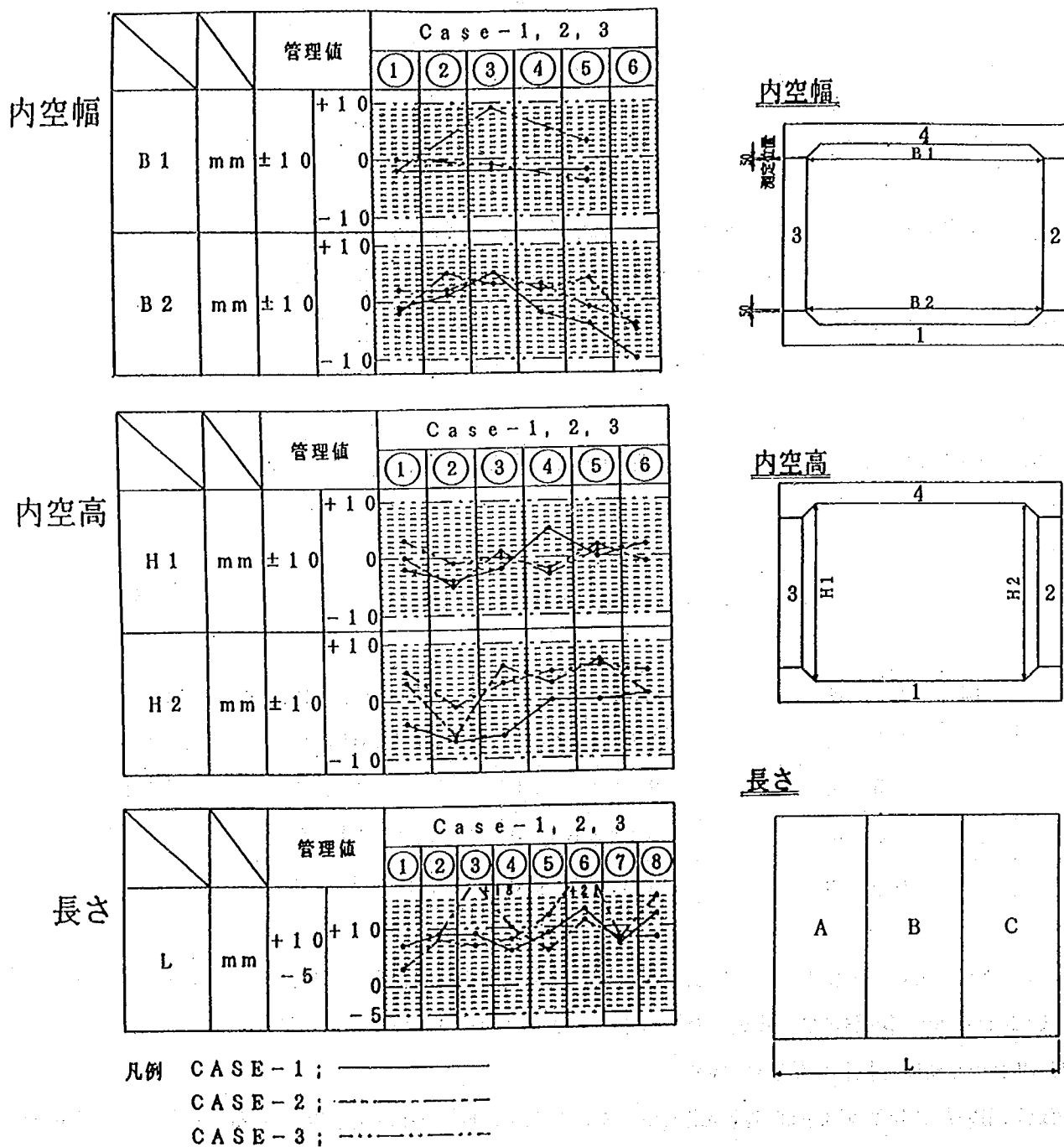


図-9 内空断面および施工延長管理図

表-7 組上がり精度の平均および分散の不偏推定量

ケース 測定位置		Case 1		Case 2		Case 3	
		平 均	分 散	平 均	分 散	平 均	分 散
内空幅	B1 n=3	4,998	0	5,003	20.3	4,998	4.5
	B2 n=6	4,998	25.4	5,001	12.4	5,002	12.4
内空高	H1 n=6	4,000	10.6	3,998	7.2	4,000	3.8
	H2 n=6	3,998	6.8	4,002	21.6	4,004	6.6
長さ	L n=8	3,009	6.0	3,009	28.1	3,011	17.1

設計値

内空幅： 5,000mm 内空高： 4,000mm 長さ： 3,000mm

標本数（ $n = 3, 6, 8$ ）が少ないため厳密な評価はできないが、内空断面について見てみると3ケースを比較した場合 Case3 が比較的良好な結果を得ている。また、実施工における精度としては全ケースとも延長方向の伸びが著しい他は、問題のないレベルであると判断される。

延長方向の伸びについては、部材製作寸法が 1m と必ず伸びる方向にあること、延長方向への伸びには全ての部材に係わるため施工誤差が発現し易いことなどから、実施工においてはある程度の延長方向の伸びは許容する必要があるものとする。

なお実験を通して、プレキャスト部材から突出している主鉄筋の精度およびモルタル充填継手のスリーブ取付け精度が、二次製品の組上がり精度・据付け精度に大きく影響を与えることが確認された。

3) アンケートによる施工性・安全性調査

総合的な評価を得ることを目的として、本組立実験に携わった作業員（世話役 1名、普通作業員 4名、クレーンオペレーター 1名の計 6名）に施工性および安全性に対するアンケート調査を実施した。各ケースにおける施工性・安全性のアンケート結果を図-10 に示す。

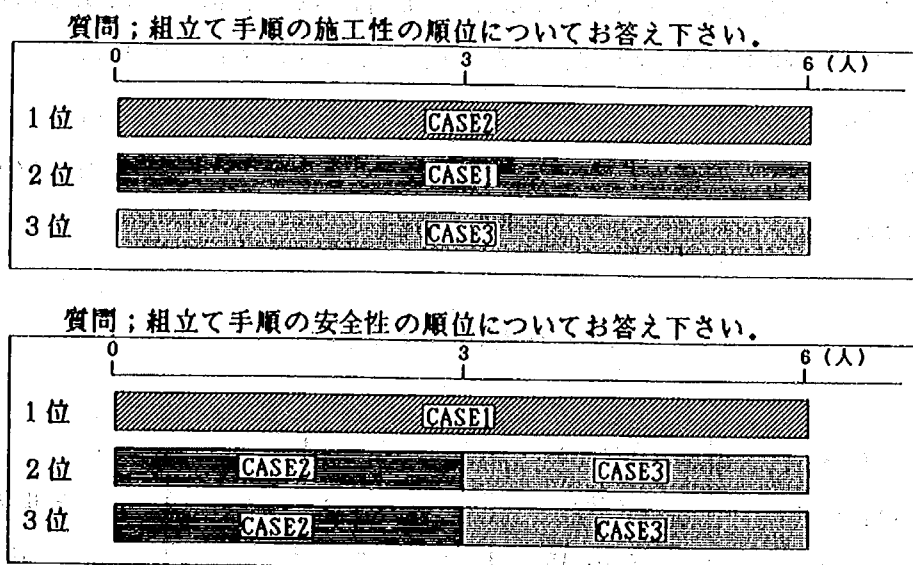


図-10 施工性・安全性のアンケート調査結果

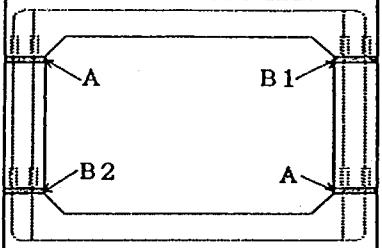
調査の結果、施工性については Case 2 が選ばれ、安全性では Case 1 が選定された。施工性については、表-5 の施工時間の比較と同一の判断が示されており、玉掛け作業の段取り替えが少ないことが、作業性の評価を得たものと推定される。安全性については、アンケートにおける意見「両側に側壁が並んでいる（立っている）間で、頂版の据付けを行うのは危なく感じた」が示すように、基準ブロックの設置が、作業員に部材組立時の安定感を与えたものと考えられる。

(4) 継手部モルタルの注入性能

1) モルタルの注入施工方法

本工法では部材の継手にモルタル充填継手を用いており、実施工におけるモルタルの注入性能は、非常に重要な課題である。このようなことから、本実験では 表-8 に示す 3種類の方法によりモルタルを注入し、モルタル注入工程に関わる施工性、施工時間および注入後のモルタル充填状態等の確認を行った。

表-8 モルタル注入実験方法

実 験 方 法	実験箇所	
①敷きモルタル式分割注入	A 部	
②ゴムガスケット仕切壁式一括注入	B 1 部	
③モルタル仕切壁式一括注入	B 2 部	

方法①は、図-11 に示すようにプレキャスト部材間の目地部（20mm）に敷モルタルを施し、部材組立て後、継手スリーブ 1ヶ所ずつ個別に注入を行った。また、方法②および③は 図-12 に示すように、部材組立後、隣ブロックとの境界に仕切り壁（ゴムガスケットまたはモルタル）を施し、1ヶ所のスリーブより目地部を介してすべてのスリーブに一括注入を行った。使用したモルタル充填継手は鋳鉄製のもので、注入モルタルは 表-9 に示す高強度プレミックスタイプのものである。

表-9 注入モルタルの仕様

σ_{ck} (Kgf/cm ²)	フロー値 (秒)	配 合	
		水	モルタル材
650	5 ～ 15	3.5 ⅈ	25 kg

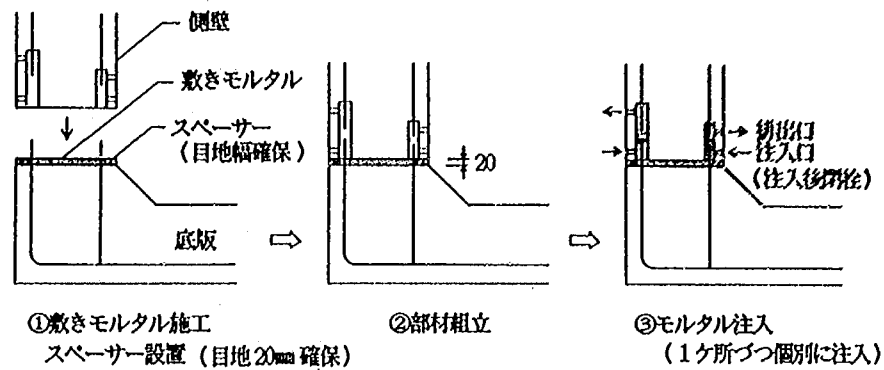


図-11 敷モルタル式分割注入の施工手順

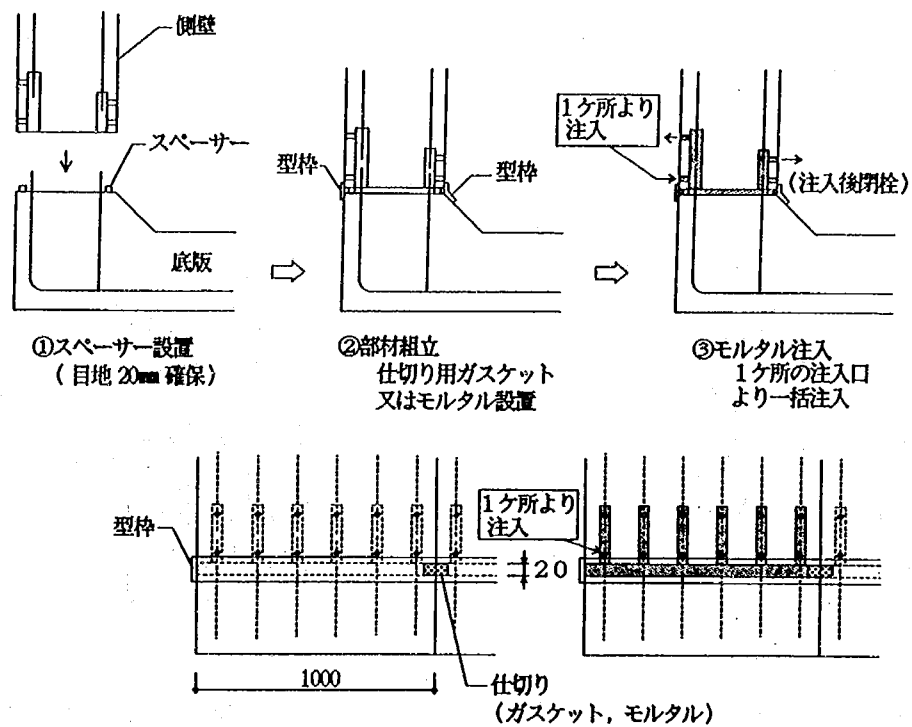


図-12 仕切り壁式一括注入の施工手順

2) モルタル注工法の施工性

施工性については、実験に携わった作業員等に対するアンケート調査から、方法②が最も作業性が良いとの回答を得た。

施工時間については、モルタル注入に関わる工程を目地処理、型枠の取付けおよびモルタル注入とし、3種類の方法について各工程毎に測定した施工時間を表-10に示す。

目地処理に関する作業は図-12、図-13に示すように、方法①では、モルタルの段取りおよびモルタル

の敷設、方法②ではゴムガスケットのセット、方法③ではモルタル仕切り壁の敷設である。

施工時間は、方法①では24分17秒、方法②では4分19秒、方法③では9分55秒であった。

型枠の取付けは、方法②、③において必要となる。本実験では木製型枠をセパレーターにより取付ける方法で行い、施工時間は1時間14分であった。

モルタル注入時間は、方法①では19分30秒、方法②では22分、方法③では24分であった。

表-10 モルタル注入施工時間

工程 \ 方法	方法 ①	方法 ②	方法 ③
目 地 処 理	24 ^M 17 ^S	4 ^M 19 ^S	9 ^M 55 ^S
型 枠 取 付	—	1 ^H 14 ^M 00 ^S	1 ^H 14 ^M 00 ^S
モ ル タ ル 注 入	19 ^M 30 ^S	22 ^M 00 ^S	24 ^M 00 ^S
合 計	43 ^M 47 ^S	1 ^H 40 ^M 19 ^S	1 ^H 47 ^M 55 ^S

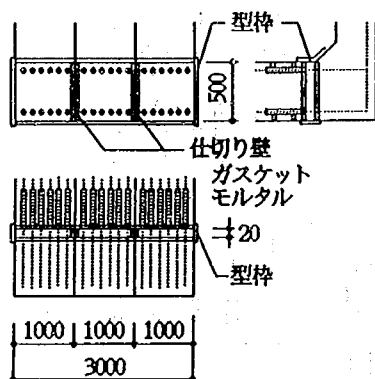


図-13 方法①の目地処理

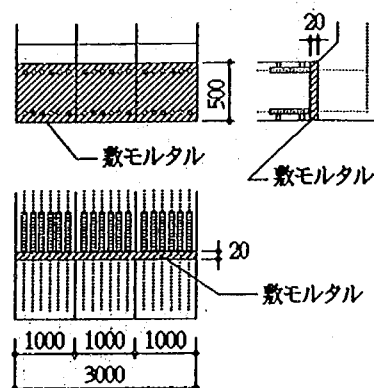


図-14 方法②、③の目地処理

3) 注入後のモルタル充填状態

型枠脱型後、目視により目地部のモルタル充填状態を確認した結果、方法①ではモルタルとプレキャスト部材との間に剥離状態があった。これは、部材を組立てる際に数度の調整を行ったため、モルタルと部材との間に空隙が生じたためと思われる。方法②、③ではモルタルが完全に充填され、剥離もなかった。また、モルタル硬化後、方法①、②、③による施工箇所の目地部コア抜きを行い充填状態の確認を行った結果、目視によるものと同様であった。

継手スリーブ内のモルタル充填状態を確認するために、方法①、②、③による施工箇所からスリーブを取り出し、切断してスリーブ内のモルタル充填状況を確認した。その結果、全てのスリーブにおいてモルタルは完全に充填されていた。

(5) 工法としての安全性

今回の実験では、プレハブ施工による不安全行動のデータを採取した。そのデータを基に、従来の場所打ち施工と比較すると、機械化施工にともなう事故の危険性増大は予想されるが、最も危険率が高いと推定される現場での作業量が低減化されたことにより、全体的な安全性は向上したものと予想される。しかし、今後さらに機械化施工を進めるなど、工法として省人化および安全性を追求する必要があるものとする。

5. 考察

今回の実験により、本開発工法のプレハブ工法としての妥当性は十分に確認された。一方、今回の実験から実施工における本工法の設計・施工上の留意点として次の2点が判明した。

- ・部材突出主鉄筋およびモルタル充填継手スリーブの精度確保
- ・プレキャスト部材接合部のモルタル注入方式の選定

精度の確保については、突出した主鉄筋およびスリーブの精度がプレキャスト部材組立の施工性を大きく支配するため、工場製作時、現場受け入れ時の各出来形検査を厳密に実施する必要がある。また、モルタル充填継手の機能構造から、突出主鉄筋およびスリーブの発錆、汚れ等には十分注意する必要がある。

注入方式の選定については、継手目地部のモルタルとプレキャスト部材の密着性および施工性の優位性から、方法②（図-12に示す）によるゴムガスケット仕切り壁式一括注入方法での施工が望まれる。ただし、この方法において施工する場合、ゴムガスケット部が断面欠損となるため部材設計時にこの点を考慮する必要がある。

なお、プレキャスト部材の組立順序としては、施工性、安全性から、基準ブロックを作製後、数ブロック側壁を連続して据付け、その後頂版を組立てる施工方法が有効であるものと判断される。

今後、本工法が広く採用され普及することを望むものである。

1. 実験確認項目及び調査方法

① 実験確認項目

a. 製品製作の確認項目

<型枠製作>

確 認 項 目	確 認 方 法	管 理 値 (許容寸法)
1. 形状・寸法		
(1) 内空・内高	スケールによる実測	-1, +3 mm
(2) 長さ	"	-1, +3 mm
(3) 断面厚	"	-1, +2 mm
2. 主筋の位置	スケールによる実測	± 1 mm
3. 埋込金物の取付穴位置		
(1) スプライススリーブ	スケールによる実測	± 1 mm
(2) 縦締め用シース	"	± 1 mm
(3) インサート	"	± 1 mm
(4) 吊り金物	"	± 3 mm

<配筋>

確 認 項 目	確 認 方 法	管 理 値 (許容寸法)
1. 鉄筋のかぶり	スケールによる実測	最小値 25 mm
2. 主筋の位置	スケールによる実測	± 2 mm
3. 埋込金物の取付穴位置		
(1) スプライススリーブ	スケールによる実測	± 2 mm
(2) 縦締め用シース	"	± 2 mm
(3) インサート	"	± 2 mm
(4) 吊り金物	"	± 5 mm

<出来形検査>

確 認 項 目	確 認 方 法	管 理 値 (許容寸法)
1. 形状・寸法		
(1) 内空・内高	スケールによる実測	-3, +5 mm
(2) 長さ	"	-3, +5 mm
(3) 断面厚	"	-2, +3 mm
2. 主筋の位置	スケールによる実測	± 2 mm
3. 埋込金物の取付穴位置		
(1) スプライススリーブ	スケールによる実測	± 2 mm
(2) 縦締め用シース	"	± 2 mm
(3) インサート	"	± 2 mm
(4) 吊り金物	"	± 5 mm
4. 外 観	目 視	直径10mm以上のピン ホールがない
5. ひび割れ	目 視	有害なひび割れがない
6. 欠 け	"	有害な欠けがない
7. そ り	スケールによる実測	最小値 ± 5 mm
8. ね じ れ	"	10 mm未満

< 運 搬 >

確 認 項 目	確 認 方 法	管 理 値 (許容寸法)
1. コンクリート強度	圧 縮 強 度 試 験	400 kgf/cm ² 以上
2. 支持点の位置		
(1) 頂・底版	目 視	定められた位置
(2) 側 壁	"	"

② 施工方法の確認項目

検 討 項 目	検 証 方 法	判 定 方 法
① 組立て手順の最適方法の選出		
1) 仮組立て時の難易度の比較	作業員の意見聴取	施工者による難易度の評価
	組立て時間の計測	計測時間による施工難易度
2) 仮組立て完了後の精度	仮組み出来形計測	出来形精度管理値による評価
② 仮固定方法（組立補助材）の施工性		
1) 取付け、解体の施工性	埋込アンカーとの取り合いの精度	出来形と取付精度による評価
2) 位置合せの施工性	サポート伸縮装置による位置合わせ時の意見聴取	施工者による難易度の評価
③ 継手部の目地処理最適方法の抽出		
1) 目地部モルタル充填度	コア採取	コアによる目視評価
2) スリーブ内モルタル充填度	スリーブカット	カット断面による目視評価
3) スリーブ内鉄筋位置	スリーブカット	カット断面による目視評価
4) 目地処理の施工難易度の比較	作業員の意見聴取	施工者による難易度の評価
	施工時間の計測	計測時間による施工難易度の評価
5) モルタルの養生期間	ピースによる圧縮試験	必要養生日数の決定
④ 作業足場上の施工性		
1) 高所作業での安全性	不安全行動のデータ採取	不安全行動リストの作成評価

検 討 項 目	検 証 方 法	判 定 方 法
⑤ 部材の損傷程度	部材損傷データの採取	部材長に対する損傷長さの比率による評価
⑥ 微調整方法の確認	人力による微調整の仕方に対する意見聴取	施工者による難易度の評価
⑦ 施工サイクルの確認	全施工工程における施工サイクルのデータ採取	最適組立て方法におけるプレハブ施工と場所打ち施工との比較
⑧ 出来形管理	出来形計測	管理値との比較評価

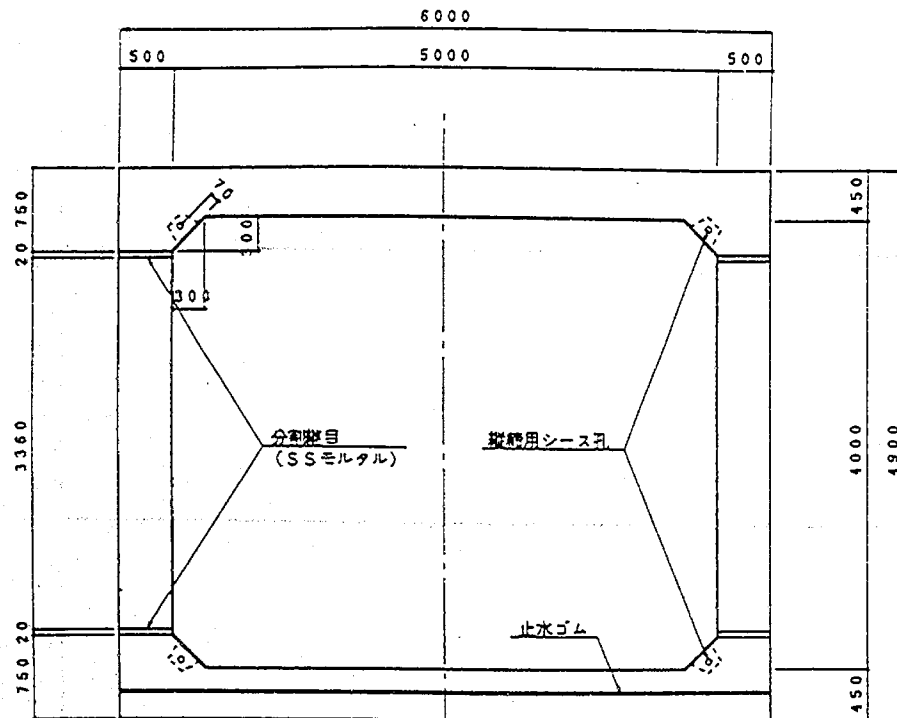
③ 施工機械の確認項目

検 討 項 目	検 証 方 法	判 定 方 法
① 自動玉掛け外し装置の施工性		
1) 玉掛け外し装置の作業性	玉掛け外し作業の有 無	玉掛け外し装置の正 常動作の確認
2) 玉掛け外し装置使用時の安全性	玉掛け外し装置によ る高所作業からの解 放	玉掛け外し装置の正 常動作の確認
② TVモニターの効果		
1) TVモニター使用時の作業性	重機運転手の意見聴 取 ブロック据付け作業 時間計測(モニター使用, 不使用の比較)	施工者による作業難 易度の評価 計測時間による施工 性の比較評価
2) TVモニターの映像状態の把握	モニター映像のビデ オ撮影	ビデオ判定による映 像状態の評価
③ 底版面合わせ用ガイドによる施工性		
1) 底版据付け作業の省力化	底版据付け作業の施 工時間の計測 底版据付け精度	計測時間による施工 難易度の評価 仮組精度(高さ)の管 理値による評価
④ 側壁吊り降ろし用ガイドによる施工 性		
1) 側壁据付け作業の省力化	ガイド使用時と不使 用時の比較 側壁吊り降ろし時の 据付け精度	施工者による難易度 の評価 計測時間による施工 難易度の評価 吊り降ろし後の出来 型計測による微調整 の度合いの評価

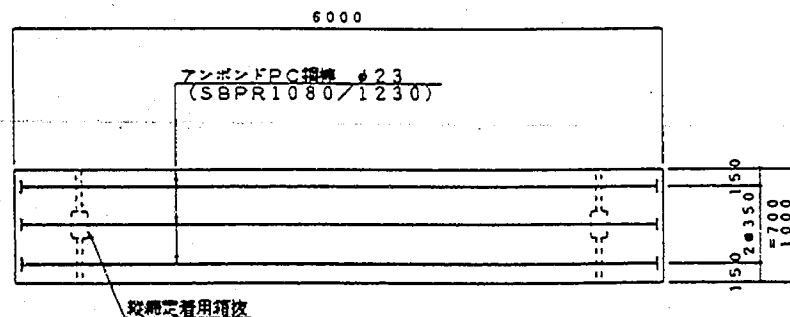
検 討 項 目	検 証 方 法	判 定 方 法
2) 側壁据付け作業の安全性	不安全行動のデータ採取	不安全行動リストの作成評価
⑤ 頂版据付け用ガイドによる施工性		
1) 頂版据付け作業の省力化	ガイド使用時と不使用時の比較	施工者による難易度の評価 計測時間による施工難易度の評価
	頂版吊り降ろし時の据付け精度	吊り降ろし後の出来型計測による微調整の度合いの評価
2) 頂版据付け作業の安全性	不安全行動のデータ採取	不安全行動リストの作成評価

ボックスカルバート製品図

正面図



頂版PC鋼棒配置図



2. 製品図

項目	単位	数値
構造形式		PC構造
活荷重		T-25
土被り	m	3.0
コンクリート設計基準強度	Kg/cm ²	400
圧縮応力度	コンクリート曲げ圧縮応力度	Kg/cm ² 140 (150)
	コンクリート曲げ引張応力度	Kg/cm ² (-25)
	コンクリートせん断応力度	Kg/cm ² 5.5
	鉄筋引張応力度 (SD295A)	Kg/cm ² 1440
製品重量	Kg	23950

※ () 内数値は、PC構造部とする。

PC鋼棒

	仕様	導入直後引張力 (t)
頂版	SBPR (1080/1230) φ23	36.36
底板	SBPR (1080/1230) φ23	36.36
側版		
縦筋部	SBPR (930/1080) φ17	17.00

図-3.5.2 製品図 (その1)

断面図

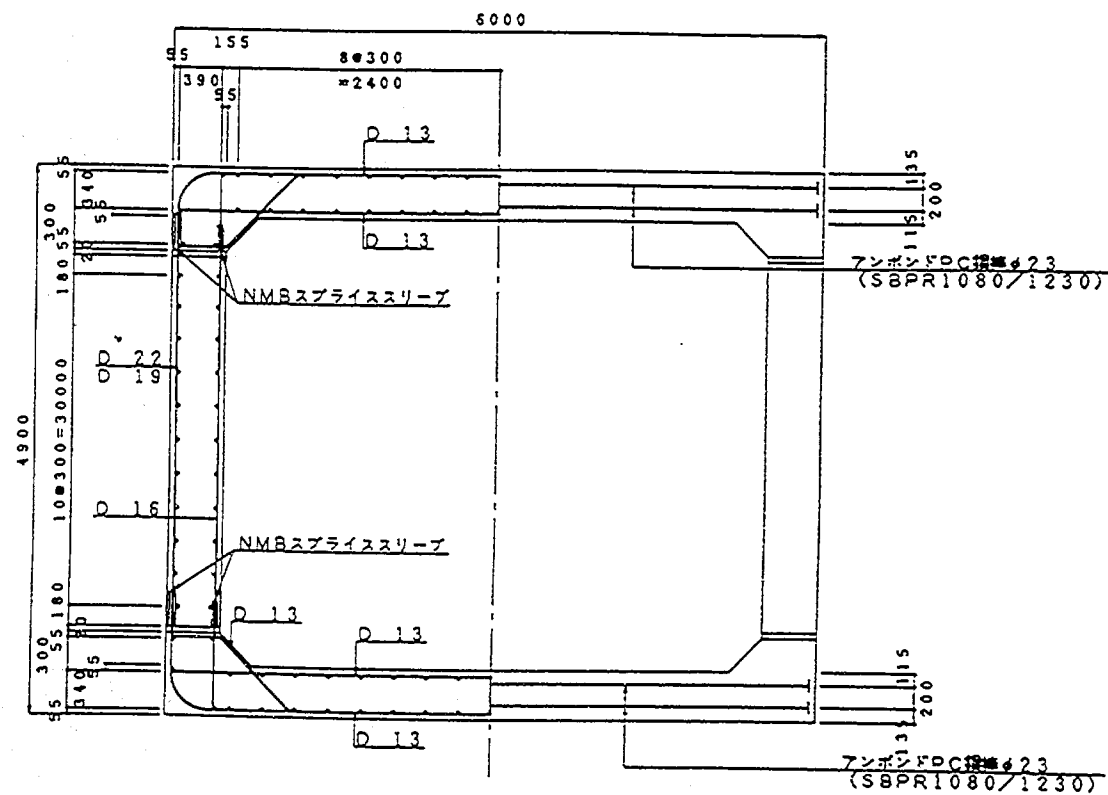
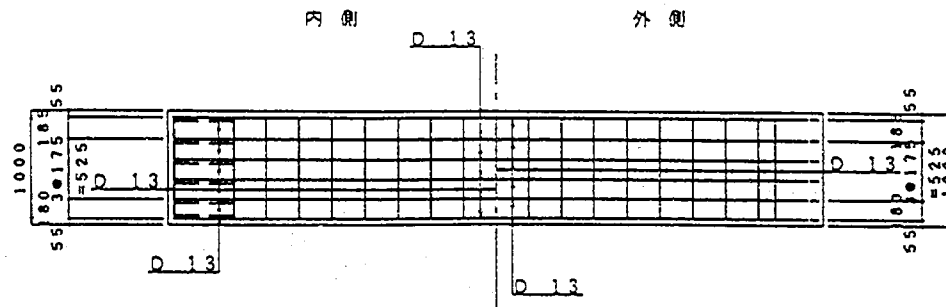


図-3.5.3 製品図 (その2)

頂底板配筋図



底版PC鋼棒配置図

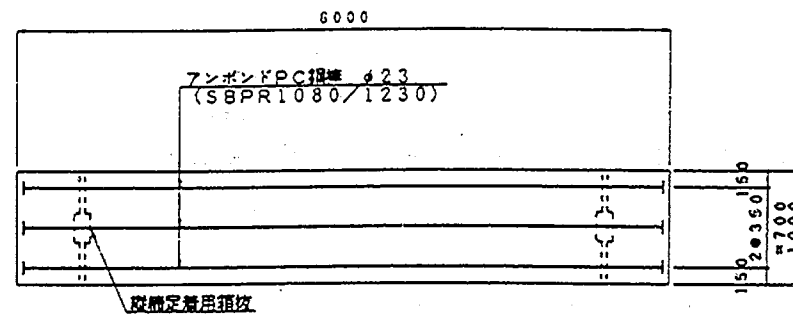
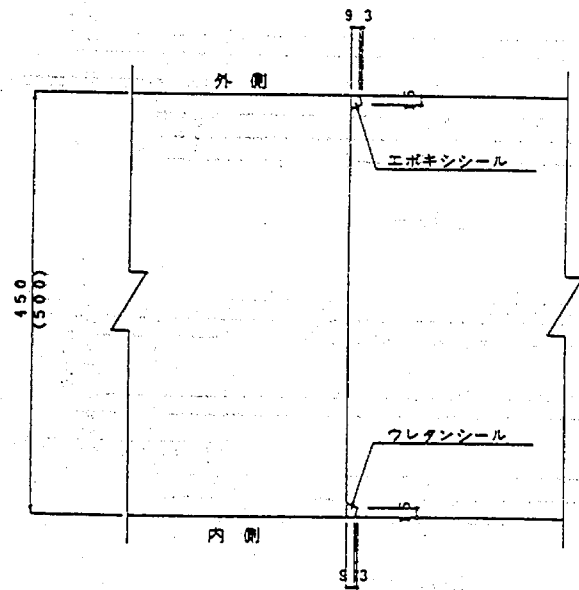


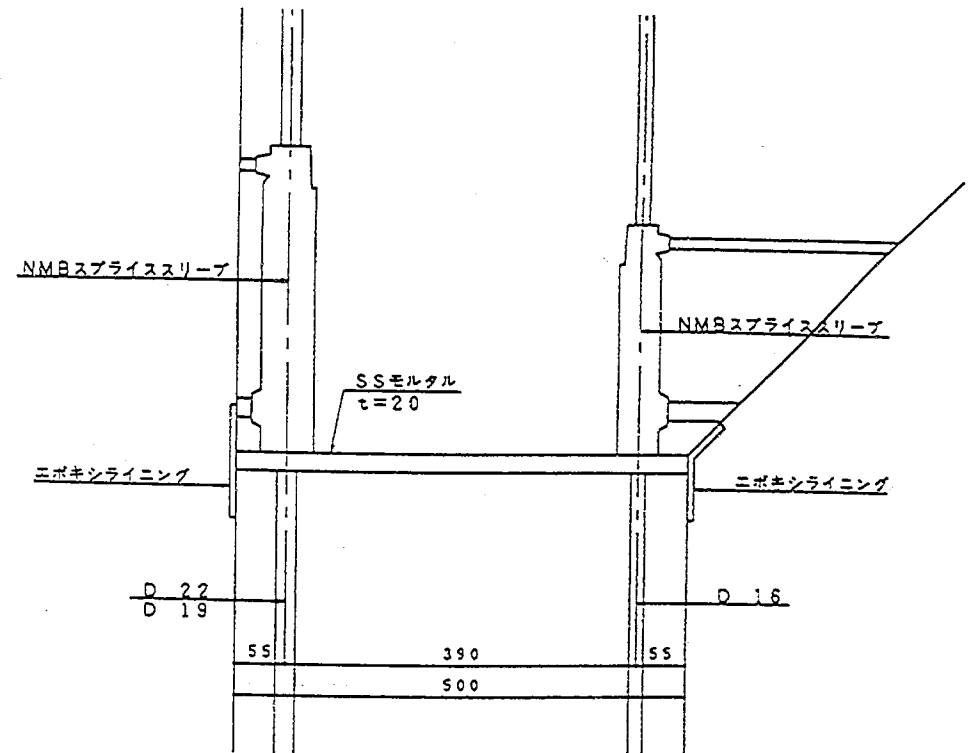
図-3.5.4 製品図 (その3)

軸方向継手部詳細図



※ () 内は側版部寸法を示す

分割継目部詳細図



縦締め詳細図

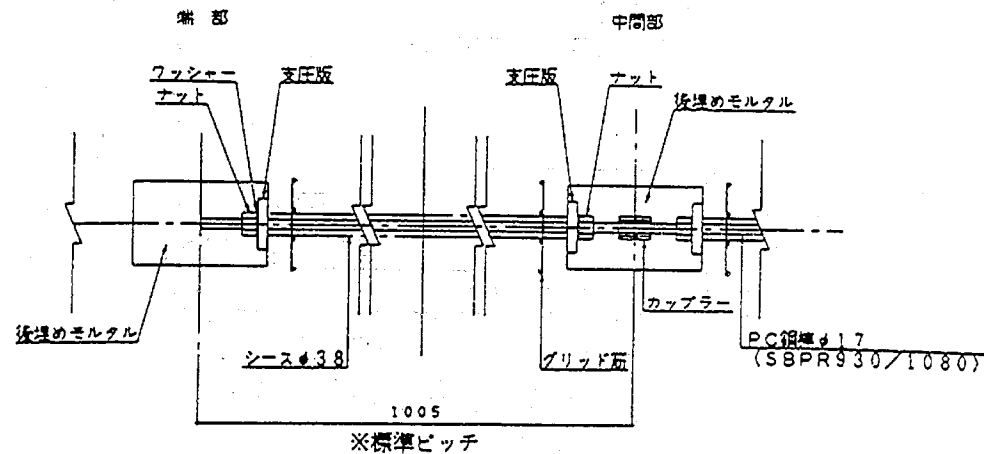
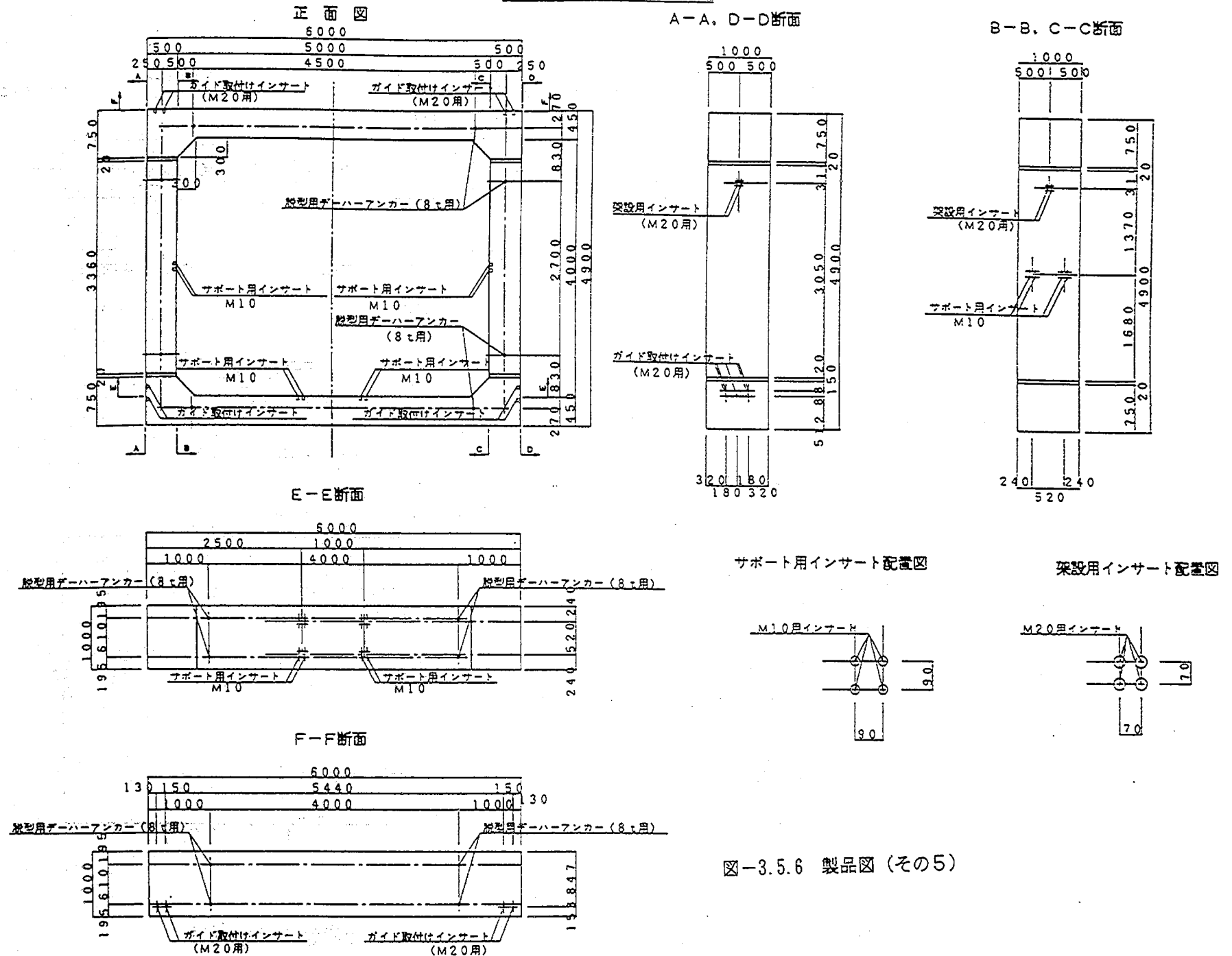
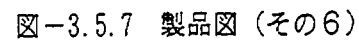


図-3.5.5 製品図 (その4)

インサート類取付け位置図



(重なる手長)



コンクリート二次製品の
設計・施工技術の開発に関する研究
共同研究報告書(II)

共同研究報告書 第125号
平成7年3月(1995)

土木分野のコンクリート構造物の施工における省力化・省人化、作業の単純化、過酷な作業からの解放のため、機械化施工を前提とした大型コンクリート二次製品による大型プレハブ工法の開発を行った。本工法は、現在、場所打ちで施工されている逆T等の鉄筋コンクリート造擁壁、大型ボックスカルバート構造物について、延長方向及び鉛直方向に分割したプレキャスト部材を大型の施工機械を用いて据付け、組み立て構築するものであり、鉛直方向の継手部にモルタル充填継手を適用したものである。本報告書は、研究成果を踏まえ、現場で的確な設計・施工の実施を図るため、「コンクリート二次製品設計施工に関する技術資料」としてとりまとめたものである。

キーワード：二次製品、プレキャスト、擁壁、ボックスカルバート、
プレハブ、モルタル充填継手

郵便はがき

3 0 5 - □ □

郵便切手
は
つ
て
下
さ
い。

建設省土木研究所

材料施工部 機械研究室

茨城県つくば市大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先住所

配布先氏名

○

○

共同研究報告書 第 1 2 5 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印

○