

ミニマムメンテナンスPC橋の
開発に関する共同研究報告書（Ⅰ）
—ライフサイクルコスト算出手法に関する検討—

平成13年3月

国土交通省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室
材料施工部コンクリート研究室
(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会

Copyright © (2001) 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。

建設省は、平成13年1月6日付けで国土交通省に再編

ミニмумメンテナンスPC橋の 開発に関する共同研究報告書(Ⅰ) —ライフサイクルコスト算出手法に関する検討—

国土交通省土木研究所
構造橋梁部橋梁研究室
材料施工部コンクリート研究室
(社)プレストレス・コンクリート建設業協会

要旨

我が国の道路橋数は膨大な量に達し、将来の架換えおよび維持管理コストの増大が懸念される。その負担を軽減させる手段として、ライフサイクルコスト(LCC)の最小化があげられるが、PC橋のLCCに関しては、算出手法の確率までは至っていないのが現状である。

本報告書に示す研究では、PC橋のLCC算出手法の確率を最終目標に、その端緒として、既往の文献におけるコンクリート橋の(PC橋、RC橋)の損傷に関わる調査データの整理と、既存の要素技術(使用材料と耐久性に関する項目)の整理を行った。次にPC橋の特性を考慮したLCC算出の基本的な考え方を提案し、提案に基づきモデル橋に対し建設後100年間のLCC試算を行った。

本報告書は、平成11年度に実施した建設省土木研究所と(社)プレストレス・コンクリート建設業協会との共同研究のうち、LCCに関連する内容を取りまとめたものである。

キーワード：ライフサイクルコスト、PC橋、耐久性、塩害、中性化

ミニマムメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究担当者名簿

国土交通省 土木研究所

国土交通省 土木研究所
構造橋梁部 橋梁研究室

室 長 西 川 和 廣
研 究 員 内 田 賢 一
研 究 員 廣 松 新
伊 藤 公 彦^{*1}
続 石 孝 之^{*1}

材料施工部 コンクリート研究室

室 長 河 野 広 隆
主任研究員 渡 辺 博 志
研 究 員 田 中 良 樹
木 村 哲 士^{*1}

(社) プレストレスト・コンクリート建設業協会

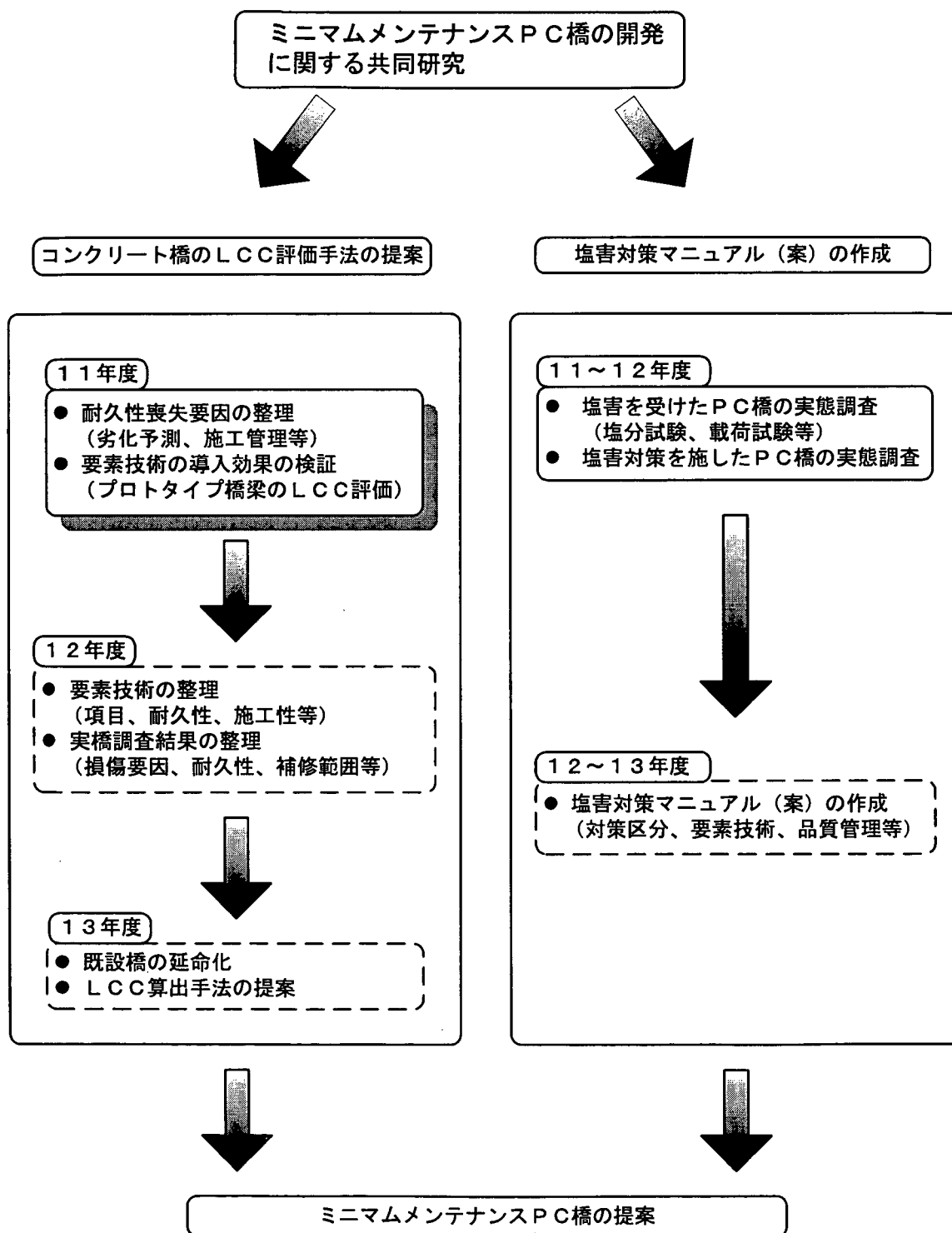
ミニマムメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究委員会

委員長 中 条 友 義
委 員 石 井 和 夫
委 員 吳 承 寧
委 員 小 西 哲 司
委 員 品 川 清 和
委 員 高 野 茂 晴
委 員 徳 光 卓
委 員 中 田 順 憲
委 員 野 村 貞 広 (1999年6月まで)
委 員 濱 田 譲
委 員 藤 田 学
委 員 渡 辺 浩 良

*1: 交流研究員として参加

(平成13年3月現在)

共同研究作業フロー



注：本報告書は11年度の  の部分について、とりまとめたものである。

目 次

はじめに

1. 研究目的	1
2. P C 橋のミニマムメンテナンス橋と L C C モデルの整理	2
2.1 ミニマムメンテナンス橋のイメージ	2
2.2 P C 橋のミニマムメンテナンス橋の着目点	2
2.3 L C C 試算上の耐久性モデル	3
3. L C C 試算時の条件設定	5
3.1 環境条件と着目する損傷要因	5
3.1.1 環境条件	5
3.1.2 損傷要因	5
3.2 橋梁形式の設定	6
3.3 要素技術の選定	7
3.3.1 損傷要因と耐久性向上に関連する要素技術	7
3.3.2 耐久性向上に関する要素技術とその目的	8
3.3.3 要素技術の選定	9
3.4 要素技術に対する効果	11
3.4.1 中性化に関する補修サイクルの設定	11
3.4.2 中性化に関する補修面積の設定	13
3.4.3 塩害に関する補修サイクルの設定	14
3.4.4 塩害に関する補修面積の設定	15
3.5 本体補修工法	15
3.6 付属物に関する項目と補修内容	16
3.7 橋梁点検工	17
4. P C 橋のライフサイクルコスト試算	18
4.1 P C 橋のライフサイクルコスト試算	18
4.2 試算結果	20
5. まとめと今後の課題	27
参考文献	28

資料編	29
I.コスト関係資料	29
1. 初期コスト	31
2. MM橋要素技術単価	93
3. 補修コスト	95
II.モデル橋のLCC試算	103
III.コンクリート橋の耐久性に関するデータ	123
IV.コンクリート橋の耐久性に関わる要素技術のポイント	149

まえがき

新交通軸の一部を形成する超長大橋を経済的に建設するためには、従来の長大橋を超える新たな技術開発が必要である。とりわけ、超長大橋においては、耐風性の確保が重要であり、著しくコスト縮減を実現するうえで、耐風性に優れた超長大橋の上部構造の開発が不可欠である。

このような背景のもと、共同研究は経済性及び耐風性に優れた超長大橋の上部構造を開発することを目的として、土木研究所、本州四国連絡橋公団、(財)土木研究センター、及び民間企業9社(石川島播磨重工業(株)、川崎重工業(株)、川田工業(株)、清水建設(株)、住友重機械工業(株)、日本鋼管(株)、日立造船(株)、三井造船(株)、三菱重工業(株))により平成10年度～平成14年度の5年間の予定で実施しており、大きく2つ「数値流体グループ」と「大型風洞実験グループ」とで構成している。

前者は近年急速に発達している数値流体解析技術に着目し、新たな視点から耐風性に優れた桁断面を模索する研究であり、後者は大型風洞で全橋模型実験を実施し、耐風安定性を確認する研究である。本報告書は、平成13年度までに得られた「数値流体グループ」の成果をとりまとめたもので中間成果の位置づけである。なお、「大型風洞実験グループ」については、平成13年に中間成果をとりまとめており本報告書にはその内容を含んでいない。

1. 研究目的

ミニマムメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究では、平成 11 年度から 3 年間でミニマムメンテナンスPC橋とライフサイクルコスト評価手法の確立を最終目的としている。そこでまず第一歩として、PC橋の耐久性に関わる劣化要因を整理し、劣化予測、補修時期の推定、要素技術の効果を定量的に評価する手法を提案することを目的としている。

本研究では、想定した要素技術の効果を定量的に評価するために、設定した分析期間の中でライフサイクルコストの試算を行っている。

本来、ライフサイクルコスト分析・評価の際の項目として、以下の様なものが挙げられるが、本研究では①、②について着目し試算を行っている。

- ① 初期建設費用（架換えが必要と成る場合には更新費用とする）
- ② 維持管理費用
- ③ 廃棄費用
- ④ 補修工事中の渋滞等による社会的損失
- ⑤ 物価の変動
- ⑥ 新技術の影響
- ⑦ 社会的割引率
- ⑧ その他

2. PC橋のミニマムメンテナンス橋とLCCモデルの整理

2.1 ミニマムメンテナンス橋のイメージ

道路橋の維持管理負担の将来予測より、今後建設していく橋は、架替を前提とせずできるだけ長持ちさせると同時に、将来にわたり維持管理負担を最小にしていくことが必要である。そこで、橋の寿命に影響を与える要因に対し、維持管理作業の低減あるいは解決できる要素技術を組み合わせた橋が必要となってくる。このような橋を文献1)では工学的永久橋と呼び、「原因が明らかな耐久性喪失要因に対して技術的・経済的に可能な対策を施した橋。最小限の維持行為を前提とする。」と定義している。

また、この工学的永久橋を実現した橋を、文献1)ではミニマムメンテナンス橋（以下、MM橋と呼ぶ）と位置づけている。

2.2 PC橋のミニマムメンテナンス橋の着目点

コンクリート橋の場合、メンテナンスフリーと言われてきた。しかし、橋梁点検や実態調査の結果を見ると、損傷が発生し補修が行われている橋梁もある。

また、前述した工学的永久橋を目指すためには、設計、施工、維持管理において、様々な配慮が必要である。

そこで、PC橋のミニマムメンテナンス橋を実現するためには、以下の項目について検討を行っていく必要がある。

●設計段階

- ・PC橋の劣化要因に対して、耐久性向上に向けた材料等の要素技術の導入
- ・耐久性向上に向けたディテールに関する技術の導入

●施工段階

- ・設計時に想定した品質を満足するための高度な施工管理

●維持管理段階

- ・定期的な維持管理と適切な検査内容

2.3 LCC試算上の耐久性モデル

本研究では、LCC試算の際に当たって橋梁の耐久性モデルの設定を行っている。内容については以下の通りである。

PC橋の耐久性モデルは、設計段階で実際の耐久性を確定することは難しく、計画時の条件設定における要素技術の耐久性に関する精度、環境条件の精度や、施工に起因すると思われる完成時の品質の影響などによって、設計時と実態ではLCCに幅が生じると思われる。

そこで、本研究では実橋での主なLCCモデルの想定を行っており、イメージ表現すると図-2.1 の様になる。

【想定される実橋のLCCモデル】

- ①本体工の劣化進行が比較的早く、補修および架替が生じるモデル。(ラインA)
- ②本体工の劣化進行が比較的早い、補修を繰り返すことで架替が生じないモデル。(ラインA')
- ③本体工の劣化進行が遅く、本体工に補修が生じないモデル。(ラインA'')

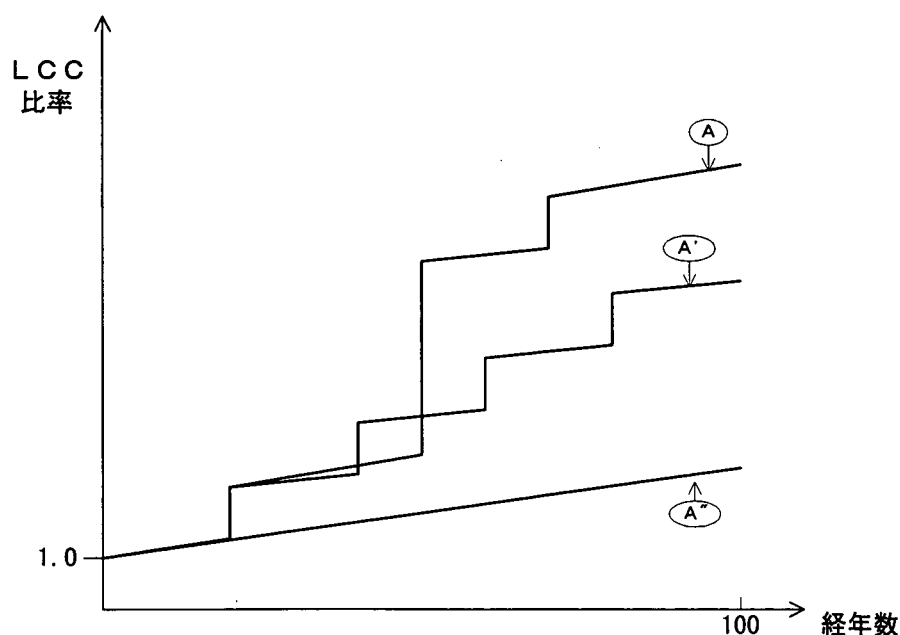


図-2.1 LCC イメージ図(1)

橋梁計画時の想定したLCCモデルは、実橋では図-2.1 のA～A''までの変動の幅があると思われる。

しかし、実橋調査等の結果によると架替や損傷が生じている橋梁も確認されているため、その様な実態を考慮し、比較的劣化の進行が早いモデルを想定し、架換えが生じるモデルAと本体工に補修が必要となるモデルA'によって試算を行うこととしている。

また、本研究ではLCC試算を行う際に橋梁の耐久性として、2種類のモデルを想定している。それは、従来の設計・施工を想定した「標準橋」と、最小限の維持管理で最大限の長寿命化を目指し、耐久性喪失要因の対策となる要素技術を導入、および高度な施工管理のされた「MM橋」である。なお、MM橋はLCC分析期間中（本研究では分析期間を100年としている）にLCC試算上、更新は考えないこととする。

上記の設定を踏まえ、LCC試算モデルは図-2.2に示すモデルを想定している。標準橋モデルは、本体工の劣化進行が比較的早く、補修を行っても分析期間100年の間に1度は架替が必要な橋（ラインA）とし、MM橋は導入された要素技術により標準橋に比べ、損傷発生時期も遅れると考えラインBを想定している。また、標準橋の更新時期については、便宜的に50年に設定している。

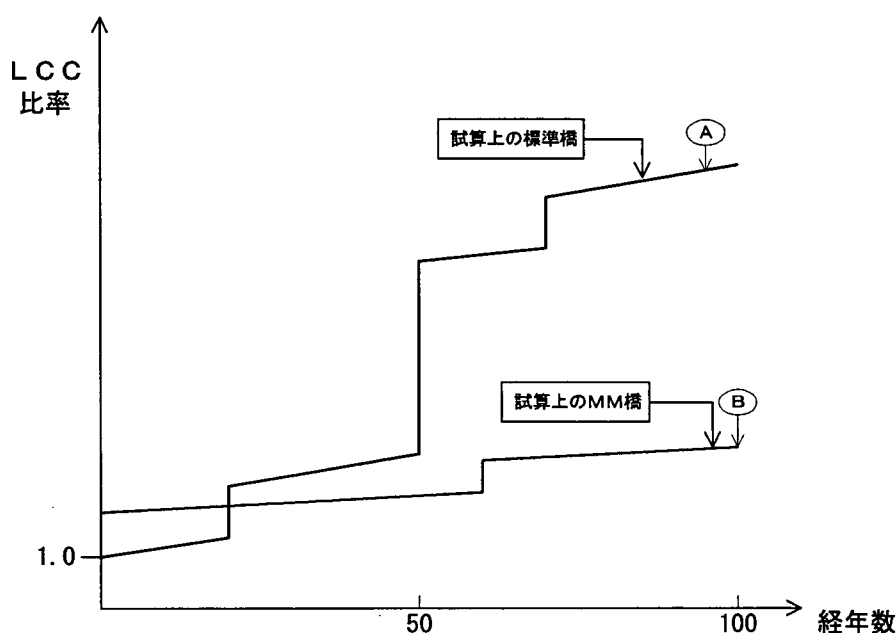


図-2.2 LCCイメージ図(2)

本研究では、標準橋およびMM橋のLCCモデルを想定し、既往の実態調査結果等を参考に環境条件の影響や要素技術の効果、および補修時期や補修面積の設定を行っている。しかし、この様にモデルを限定したとしても計画と実態では誤差が生じると考えられる。今後は、実橋の損傷データおよび実験データ等により、この誤差を少なくする必要がある。

3. LCC試算時の条件設定

3.1 環境条件と着目する損傷要因

3.1.1 環境条件

現在、橋梁は様々な交通環境、腐食環境に架橋されており、架橋位置での主たる劣化内容、損傷状況も異なり、補修工法および新設時の対策も異なると思われる。本研究では、環境条件の違いを把握するため、表-3.1 に示す環境条件のパラメータの設定を行った。

表-3.1 環境条件

環境条件	腐食環境	凍結融解剤の散布	交通量	備 考
山間部	良好	有り	比較的小	腐食環境は良好であるが、凍結融解剤の散布する地域を想定
都市部	良好	なし	比較的多い	中性化の進行が山間部より若干早いと仮定
海岸部	非常に厳しい	なし	比較的小	飛沫帯を想定

3.1.2 損傷要因

コンクリート橋の劣化および損傷要因は、一般に塩害、中性化、凍結融解作用、アルカリ骨材反応、化学的コンクリートの腐食、疲労、事故、地震等が挙げられる。このような要因により、ひびわれ、コンクリートの剥落、鉄筋の腐食、PC鋼材の腐食等の変状が発生し、コンクリート橋の耐久性および耐荷力の低下に繋がると言われている。本研究では、このような劣化および損傷要因の中から、文献3)～5)を踏まえ、環境条件毎に主たる劣化要因および変状内容について下記の様な想定を行っている。尚、塩害と中性化の複合するような劣化に関しては、今回は考慮してしていない。

【山間部・都市部】

中性化に起因する鋼材の腐食

【海岸部】

塩害に起因する鋼材の腐食

3.2 橋梁形式の設定

現在、様々なPC橋梁形式が存在し、その形式毎に損傷状況や補修状況に違いがあると思われ、本研究ではこの形式の違いがLCCにどのような影響を与えるのか把握するために、形式の異なる橋梁を3形式設定している。

尚、設定した橋梁形式は、PC橋の中でも比較的実績の多いポストテンションT桁橋、PC箱桁橋、PC中空床版橋の3形式としている。

表-3.2 にLCC試算時の橋梁形式と環境条件の関係、および、橋梁諸元を示す。

表-3.2 架橋環境と橋梁形式

環境条件	橋梁形式	幅員	橋長	支間長
山間部	3径間連続PC箱桁橋	11.5m	121.5m	40m
	ポストテンション単純T桁橋		30.88m	30m
都市部	ポストテンション単純T桁橋		30.88m	30m
	3径間連続PC中空床版橋		75.0m	25m
海岸部	3径間連続PC箱桁橋		121.5m	40m
	ポストテンション単純T桁橋		30.88m	30m

3.3 要素技術の選定

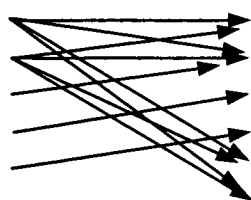
3.3.1 損傷要因と耐久性向上に関連する要素技術

コンクリート橋の耐久性に影響を与える劣化および損傷要因について、実態として比較的多くみられる要因に着目し、耐久性向上に関する要素技術の整理を行うこととする。なお、3.1において主たる劣化要因について設定しているが、その他の損傷要因については、文献3)の実態調査結果を参考に推定し、各環境別に損傷要因に対する要素技術の抽出を行っている。内容については以下の通りである。

a. 山間部で予想される損傷要因と要素技術

損傷要因

- ・コンクリートの中性化
- ・床版からの塩害
- ・かぶり不足
- ・コンクリートの充填不足
- ・打継ぎ目からの漏水



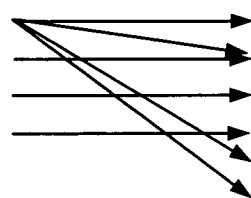
要素技術

- ・低水セメント比
- ・かぶり増
- ・スランプ増
- ・床版防水工の設置
- ・ポリエチレンシース
- ・鋼材の防錆

a. 都市部で予想される損傷要因と要素技術

損傷要因

- ・コンクリートの中性化
- ・かぶり不足
- ・コンクリートの充填不足
- ・打継ぎ目からの漏水



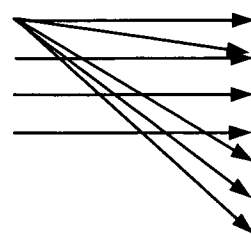
要素技術

- ・低水セメント比
- ・かぶり増
- ・スランプ増
- ・床版防水工の設置
- ・ポリエチレンシース
- ・鋼材の防錆

a. 海岸部で予想される損傷要因と要素技術

損傷要因

- ・塩害
- ・かぶり不足
- ・コンクリートの充填不足
- ・打継ぎ目からの漏水



要素技術

- ・低水セメント比
- ・かぶり増
- ・スランプ増
- ・床版防水工の設置
- ・ポリエチレンシース
- ・鋼材の防錆
- ・コンクリート塗装

3.3.2 耐久性向上に関する要素技術とその目的

3.3.1 で環境毎に挙げられた要素技術の目的について整理を行った。

① 低水セメント比

コンクリートの劣化要因である中性化および塩害は、時間の経過とともに表面部より劣化が進行し、最終的には鉄筋腐食反応が起こる。この鉄筋の腐食がコンクリート橋の耐久性を著しく低下させることになる。しかし、この進行を完全に防ぐことは難しいが、進行速度（劣化速度）を遅延することは可能である。そのひとつとして、低水セメント比のコンクリートを用いることが考えられる。既往の実験等により、水セメント比の低いものほど、密実性が向上し、水分および CO_2 、塩化物イオンの浸透速度を遅延することが可能であることが分かっている。

② かぶり増

鉄筋までのかぶり深さを大きくすることにより、水分および CO_2 、塩化物イオンが鉄筋部まで達する時間の遅延を目的とする。

③ スランプ増

損傷原因（剥離、密実度の低下、かぶり不足等）に挙げられるコンクリートの充填不足に対し、充填性の向上を目的とし、コンクリート打設時の流動性を向上させる。

④ 橋面防水工

橋面部からの水の進入を防止し、予期せぬ劣化の防止を目的とする。塩害環境では水分の浸透量が多いほど鉄筋腐食の進行も早い。また、床版部は雨水等の帯水がし易く、劣化および鉄筋腐食の促進させることになるため、橋面防水工を設置し、遮水することが床版の耐久性を向上させる一つの手法であると言える。

⑤ 鋼材の防錆

コンクリート橋の耐久性を低下させる最終的な原因である鋼材の腐食に対する対策工であり、現時点では一般的にエポキシ樹脂塗装鉄筋およびエポキシ樹脂塗装 P C 鋼材が多く用いられている。しかし、ピンホール等の問題もあるため、本業務では腐食範囲の低減を目的としている。

⑥ ポリエチレンシースの採用

P C 鋼材の 2 重防錆を目的とするとともに、一般的に用いられている鋼製のシース管の腐食を改善するものである。

⑦ コンクリート塗装

塩害部における水分および塩化物の浸透の防護を目的とするのである。

3.3.3 要素技術の選定

3.3.1, 3.3.2 の内容を踏まえ、各環境および橋梁形式毎の要素技術の選定を行っている。内容は下記の通りである。

【山間部および都市部】

かぶりを増加することが比較的容易な箱桁橋と中空床版橋では、中性化が鉄筋位置に達する時期を遅くするために、MM橋のかぶりを標準橋の 15mm 増とする。ただし、T 桁橋のMM橋では標準桁の断面や配筋を変えないこととし、エポキシ塗装鉄筋を使用する。

山間部においては、凍結防止剤の散布による床版部への塩分浸透が懸念される。橋面防止工は標準橋でも実施しているが、長寿命化を図ったMM橋では、さらに床版部の PC 鋼材のシースをポリエチレン製とし、2重防食を行っている。

以上の内容を整理したものが表-3.3 である。

表-3.3 山間部および都市部に関する要素技術

表-3(a) 要素技術表(No.1 山間部箱桁橋)			表-3(c) 要素技術表(No.3 都市部T桁橋)		
本体工要素技術項目	標準橋	MM橋	本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$	主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スラブ	8cm	12cm	横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
鉄筋	普通鉄筋	同左	スラブ	8cm	12cm
かぶり	35mm	60mm	鉄筋	普通鉄筋	スラブのみエポキシ鉄筋
シーす管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シーす	同左	かぶり	35mm	同左
シーす管(床版部)	鋼製シーす	鋼製シーす	シーす管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シーす	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左	シーす管(床版部)	鋼製シーす	同左
コンクリート塗装	無し	同左	PC鋼材	普通PC鋼材	同左
橋面防水工	有り	同左	コンクリート塗装	無し	同左
			橋面防水工	有り	同左

表-3(b) 要素技術表(No.2 山間部T桁橋)			表-3(d) 要素技術表(No.4 都市部中空床版橋)		
本体工要素技術項目	標準橋	MM橋	本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$	主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	スラブ	8cm	12cm
スラブ	8cm	12cm	鉄筋	普通鉄筋	同左
鉄筋	普通鉄筋	スラブのみエポキシ鉄筋	かぶり	35mm	50mm
かぶり	35mm	同左	シーす管	鋼製シーす	同左
シーす管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シーす	同左	PC鋼材	普通PC鋼材	同左
シーす管(床版部)	鋼製シーす	ポリエチレンシーす	コンクリート塗装	無し	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左	橋面防水工	有り	同左
コンクリート塗装	無し	同左			
橋面防水工	有り	同左			

【海岸部】

標準橋の要素技術は、塩害対策指針（案）に準拠して決定し、箱桁橋ではかぶりを70mmとし、T桁橋では標準桁の断面や配筋を変えないこととし、エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用する。非常に厳しい腐食環境下では、塩害による損傷が顕在化した場合、延命が困難であることが過去の事例からも明らかになっているため、長寿命化を図ったMM橋では、塩分を浸透させないことと、仮に塩分が浸透しても鋼材を腐食させないという2重防食の考え方を基本に要素技術を決定している。具体的には、コンクリート塗装を実施し塩化物の遮断を図った上で、さらにエポキシ樹脂塗装鉄筋とエポキシ樹脂塗装PC鋼材およびポリエチレンシースを採用し、鋼材を防錆することとしている。

以上の内容を整理したものが表-3.4である。

表-3.4 海岸部に関する要素技術

表-3(e) 要素技術表(No.5 海岸部箱桁橋)			表-3(f) 要素技術表(No.6 海岸部T桁橋)		
本体工要素技術項目	標準橋	MM橋	本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$	主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スラブ	8cm	12cm	横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
鉄筋	普通鉄筋	エポキシ塗装鉄筋	スラブ	8cm	12cm
かぶり	70mm	35mm	鉄筋	スラブのみEポキシ鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
シース管	鋼製シース	ポリエチレンシース	かぶり	35mm	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	エポキシ塗装鋼材	シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	ポリエチレンシース
コンクリート塗装	無し	有り	シース管(床版部)	鋼製シース	ポリエチレンシース
橋面防水工	有り	同左	PC鋼材	普通PC鋼材	エポキシ塗装鋼材
			コンクリート塗装	無し	有り
			橋面防水工	有り	同左

3.4 要素技術に対する効果

3.3 の要素技術の選定では、各架橋環境毎に劣化要因の想定し、対策工としての要素技術の選定を行っている。主な対策工は下記の通りである。

【対策工】

- ・ 低水セメント比 ・ かぶり増 ・ スランプ増 ・ 床版防水工の設置
- ・ ポリエチレンシース ・ 鉄筋の防錆 ・ コンクリート塗装

本来、LCC 試算を行う際には、上記の要素技術に関して、損傷サイクルおよび損傷面積等の要素技術の効果を整理する必要がある。しかし、すべてに関し、数値的な効果を示すのは難しいため、本研究では、かぶり、鉄筋の防錆、コンクリート塗装について数値的な効果を想定している。

また、本研究では損傷原因の主なものとして、山間部および都市部は中性化に起因する鋼材の腐食、海岸部は塩害に起因する鋼材の腐食を想定している。なお、標準橋およびMM橋の補修サイクルについて、各劣化環境毎に設定を行っており、設定の内容については、下記の通りである。しかしながら、ここで設定された値については、今後、実験データや実橋の損傷データ等により、信頼性の向上が必要である。

3.4.1 中性化に関する補修サイクルの設定

本研究では、山間部および都市部の損傷内容について、資料編の実況調査結果により、初期損傷等から進行する中性化に起因する鋼材の腐食を想定している。この対策として、かぶり厚増加を想定している。そこで、中性化とかぶり厚の関係を整理し、補修サイクルの設定を行った。内容は下記の通りである。

1) 中性化に関する一般事項と実橋事例

● 中性化速度

コンクリート表面からの中性化深さは、経過時間の平方根に比例するという次式の様な中性化速度式で表されており、通常 $\sqrt{t}$ 則とも呼ばれている。

$$X = A\sqrt{t} \dots\dots\dots 3.1$$

X : 中性化深さ 、 t : 経過時間 、 A : 中性化速度係数

代表例として、岸谷式の一例を示す。

$$X = R(W/C - 0.25)/0.3(1.15 + 3W/C) \cdot \sqrt{t} \quad (W/C \geq 0.6)$$

$$X = R(4.6W/C - 1.76)/7.2 \cdot \sqrt{t} \quad (W/C \leq 0.6)$$

ここに、

X : 中性化深さ(cm) , T : X まで中性化する期間 (年)

W/C : 水セメント比

R : セメントの種類、骨材の種類、混和剤 (AE 剤, AE 減水剤) の種類によって決まる常数

●中性化による鋼材腐食発生限界深さ

文献 2)によると、中性化深さと鋼材腐食発生の関係については、多くの研究および実構造物調査の結果より、鉄筋のかぶりから中性化深さを引いた残り深さ（この深さを中性化残りと呼ぶ）が 10mm 以下となると鋼材が腐食している確率が非常に高くなっており、中性化の限界状態として中性化残りが 10mm となる状況を想定している。

●実橋調査による鋼材の腐食

文献 3)の調査結果によると、海岸部以外の環境条件で早いもので架橋後 20 年程度でコンクリートに亀裂、剥離が生じている。主にその箇所から中性化が進行し、鋼材の腐食による損傷が懸念される。

2) 中性化に関する補修サイクルの設定

1)で紹介した、中性化速度、鋼材腐食限界深さ、実橋調査結果を踏まえ、下記の様に設定を行った。

①補修サイクルは中性化速度の基本式 $X = A\sqrt{t}$ を参考に設定を行う。

②鋼材腐食限界深さを 10mm と設定する。

③実橋調査結果より、損傷時期は都市部を 20 年とする。山間部については都市部より環境条件が良好と考えて 25 年とした。

④基本式の中性化速度係数 A は、本来は水セメント比やコンクリート材料等により求まる係数であり、文献 2)では、通常の PC 橋で用いられている材料および水セメント比およびかぶり厚では中性化に対して問題はないという結果がでている。しかし、本研究では、実橋調査結果の損傷状況に基づき、損傷箇所での見かけの中性化速度係数を設定している。つまり、都市部では架橋後 20 年目、山間部では架橋後 25 年目に中性化が鋼材腐食限界深さに達する係数とする。

⑤標準橋の純かぶりは 35mm とする。

以上より、補修サイクルの算出式は下記の通りとなる。

山間部：

$$(35\text{mm} - 10\text{mm}) = A\sqrt{25}$$

$$A = 5.0(\text{見かけの係数})$$

よって、

$$(X - 10) = 5.0\sqrt{t}$$

$$t = \{(X - 10)/5.0\}^2$$

都市部：

$$(35\text{mm} - 10\text{mm}) = A\sqrt{20}$$

$$A = 5.59(\text{見かけの係数})$$

よって、

$$(X - 10) = 5.59\sqrt{t}$$

$$t = \{(X - 10)/5.59\}^2$$

上記、算出式と橋の経年数の関係を図-3.1 に示す。

MM橋のかぶり厚を 50mm と設定すると都市部は 50 年、山間部は 60 年となる。

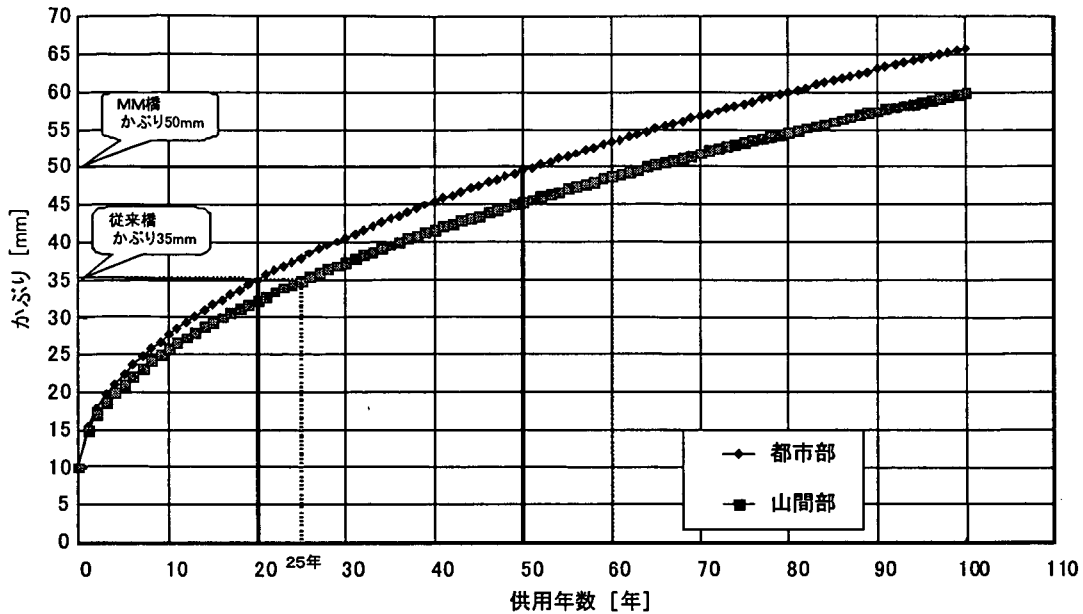


図-3.1 かぶりと補修時期の関係

3) ポステンT桁橋の目地部について

実橋調査結果では、目地部のひびわれ等の損傷も生じており、また、このひびわれに対して、現状で補修を行っているもの現状である。よって、この目地部のひびわれに対する補修時期の設定を行っている。

標準橋の目地部の補修時期については、本体工の補修時期と同じ 20 年程度と仮定した。また、MM橋の場合については、高度な施工の中で、目地部の打継ぎ目部に止水および防水を施すことにより、標準橋に対し損傷の顕在化遅くなると考え、MM橋の本体補修時期と同じ 50 年程度している。

3.4.2 中性化に関する補修面積の設定

【標準橋】

P C 建協による実橋調査結果および、建協側共同研究委員へのヒアリング等によると、早いもので架橋後 20 年程度で鋼材の腐食による損傷が見られており、損傷面積については、多いもので橋梁表面積の 20% 程度である。この結果を参考に LCC 試算上の補修範囲を桁表面積の 20% と設定している。また、ポステンの T 桁については、床版後打ちの目地部にひびわれの発生に対する補修工として、目地部延長の 20% を見込むこととしている。

【MM橋】

標準橋の補修範囲は、桁表面積の 20%と目地部のひびわれに対する樹脂注入として、目地延長 20%としている。これに対し MM 橋では、中性化進行の遅延のため、コンクリート強度を増加し、それに伴い施工性が低下しないようにスランプの増加、また、要素技術の導入効果を高めるために高度な施工を導入しており、その効果として、損傷範囲を標準橋の半分程度に減少すると想定している。

また、エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いているものについては、補修範囲をエポキシ樹脂塗料のピンホール箇所があるため、桁表面積の 5%程度の損傷範囲が生じると仮定した。

3.4.3 塩害に関する補修サイクルの設定

本研究では、海岸部の中でも厳しい環境を想定しに対して、MM橋ではエポキシ樹脂塗装鉄筋を用い、尚かつ表面塗装を施し、2重防食の対策を行っている。これに対し、標準橋では塩害対策指針に準拠しており、かぶりおよびエポキシ樹脂塗装鉄筋により対処している。そこで、本研究ではこの表面塗装の耐久性を数値的に設定し、LCC試算の際に用いることとした。なお、表面塗装を行わない標準橋と表面塗装を施した場合のMM橋の補修サイクルについては下記の内容により設定している。

【標準橋】

海岸部標準橋は「道路橋の塩害対策指針（案）・同解説 S59.2」により、設計・施工された橋としており、この基準が運用されてから 20 年が過ぎようとしている。また、この基準により、設計・施工された実橋の状況は、大きな損傷では無いが若干ではあるが塩害による損傷が報告されている。

この様な状況を踏まえ、本研究では標準橋の補修時期を架橋後 20 年と設定をしている。

【MM橋】

本研究での海岸部MM橋は、塩化物の進入を防ぐため、コンクリート塗装を行うこと前提としており、この塗装が劣化し、塗り替えが必要となる時期を 50 年（メーカーヒアリング結果）としている。また、この塗装により塩分進入を完全に防ぐことは難しいと思われるが、塩分進入量を減少させる効果はあると考えている。本研究では塗装の塗り替え時期を MM 橋の補修時期（架橋後 50 年）と想定し、この時期に本体工の損傷について、補修を行うものと考えている。

3.4.4 塩害に関する補修面積の設定

3.4.3 で着目した表面塗装工は、補修面積にも影響があると考え、標準橋およびMM橋の補修面積を以下の様に設定を行っている。

標準橋の補修範囲については、塩害により損傷が見られている場合には、その他の箇所にも塩分が進入している可能性が高く、この塩分によりその後、鉄筋の腐食が生じると考え、桁表面積の100%の断面補修とした。また、目地部のひびわれに対する樹脂注入として、目地延長20%としている。これに対しMM橋では、塩害進行の遅延のため、コンクリート強度を増加し、充填性の向上を目的にスランプの増加、尚かつ、2重防食としてエポキシ鉄筋および表面塗装の併用を行っており、これらの目的をより効果的にするために高度な施工を導入しているため、標準橋の様に全体的に塩化物の浸透量の少なく、鉄筋の腐食が発生する範囲は、塗装の不良個所とエポキシ樹脂のピンホールと考え、補修範囲は桁表面積の5%と想定している。ポステンT桁橋の床版後打ち目地部の補修量は、標準橋の半分の10%としている。

3.5 本体補修工法

【山間部・都市部】

補修工事実績等を参考に、中性化による鋼材の腐食については、表面部コンクリートの除去、鉄筋の防錆、コンクリート撤去部の修復を想定、目地部のひびわれに対しては、樹脂注入工を想定している。

また、補修後の再劣化防止のため、表面塗装を行うこととしている。また、塗装範囲については景観性を考慮し、全面塗装としている。

【塩害部】

補修工事実績等を参考に、塩害による鋼材の腐食については、表面部コンクリートの除去、鉄筋の防錆、コンクリート撤去部の修復を想定、目地部のひびわれに対しては、樹脂注入工を想定している。

また、補修後は塩化物の遮断を目的とし、全面に表面塗装を行うこととしている。

3.6 付属物に関する項目と補修内容

橋梁の LCC 試算を行うに当たっては、付属物についても着目する必要がある。
文献 1)では、主な項目として、支承、伸縮装置工、舗装工、防水工、高欄、排水装置が挙げられている。本研究では、表-3.5 に示す項目を考慮し、補修サイクル等の設定を行っている。なお、補修サイクルおよび補修内容は文献 1)および、メーカーヒアリング結果を参考に設定を行っている。

また、本研究で設定している標準橋と MM 橋の時代背景は現在および将来であり、基本スペックは現在市場で利用されているものである。結果として、標準橋と MM 橋では用いる技術は同様であり、両者のモデルによる違いは生じないと考えている。

しかし、舗装工については現在でも仕様にばらつきがあるため、標準橋は普通アスファルト舗装、MM橋は改質アスファルトし、耐久性に差を持たせている。

以上の内容を踏まえ、LCC 試算上の項目、補修サイクルは表-3.5 の様に想定している。なお、補修内容は全交換および全補修である。

表-3.5 付属物と補修サイクル

	通常交通地域		重交通地域	
	通常環境	腐食環境	通常環境	腐食環境
モデル地域		山間・海岸部	都市部	
支承工(ゴム支承)	100 年	100 年	100 年	100 年
伸縮装置工(耐久性向上型)	40 年	30 年	30 年	15 年
舗装工(普通アスファルト)	15 年	15 年	10 年	10 年
舗装工(改質アスファルト)	20 年	20 年	15 年	15 年
防水工	舗装工のサイクルと同様			

3.7 橋梁点検工

LCC は長期間のコストを想定するため、維持管理のひとつとして、橋梁点検工の費用についても考慮する必要がある。本研究では、「土木研究所資料 橋梁点検要領(案)」を参考に、主に点検費用が生じる定期的な近傍点検を考慮している。点検頻度は、1回/10年である。

また、補修直前には、上記とは別にコア抜き、中性化試験、塩分試験等の詳細点検費用を考慮している。

4. PC橋のライフサイクルコスト試算

4.1 PC橋のライフサイクルコスト試算

3. で整理した内容をモデル橋梁の要素技術と各々の初期コストを整理するしたものが表-4.1 である。それぞれのモデル橋梁に対して、初期コスト、補修コスト、点検コスト、更新コストを考慮し、LCC 試算を行う。

表-4.1 要素技術と初期コスト

モデルケース①(山間部)3径間連続PC桁橋

本体工要素技術項目	従来橋	MV橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	同左
かぶり	35mm	50mm
シー管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シー管	同左
シー管(床版部)	鋼製シー管	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	328,900千円	381,900千円
-------	-----------	-----------

モデルケース④(都市部)3径間連続PC中空床版橋

本体工要素技術項目	従来橋	MV橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	同左
かぶり	35mm	50mm
シー管	鋼製シー管	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	164,300千円	179,800千円
-------	-----------	-----------

モデルケース②(山間部)ポストテンション方式単純PCT桁橋

本体工要素技術項目	従来橋	MV橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	スタアプのみミッド鉄筋
かぶり	35mm	同左
シー管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シー管	同左
シー管(床版部)	鋼製シー管	ポリエチレンシー管
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	71,400千円	79,600千円
-------	----------	----------

モデルケース⑤(S海岸部)3径間連続PC桁橋

本体工要素技術項目	従来橋	MV橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	70mm	35mm
シー管	鋼製シー管	ポリエチレンシー管
PC鋼材	普通PC鋼材	エポキシ塗装鋼材
コンクリート塗装	無し	有り
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	372,800千円	454,000千円
-------	-----------	-----------

モデルケース③(都市部)ポストテンション方式単純PCT桁橋

本体工要素技術項目	従来橋	MV橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	スタアプのみミッド鉄筋
かぶり	35mm	同左
シー管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シー管	同左
シー管(床版部)	鋼製シー管	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	71,400千円	79,600千円
-------	----------	----------

モデルケース⑥(S海岸部)ポストテンション単純PCT桁橋

本体工要素技術項目	従来橋	MV橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	スタアプのみミッド鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	35mm	同左
シー管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シー管	ポリエチレンシー管
シー管(床版部)	鋼製シー管	ポリエチレンシー管
PC鋼材	普通PC鋼材	エポキシ塗装鋼材
コンクリート塗装	無し	有り
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	74,300千円	107,100千円
-------	----------	-----------

LCC試算の際に用いている各コストに関する内容については、資料編を参照のこと。
なお、更新コストについては、「土木研究所資料 ミニマムメンテナンス橋に関する検討」を参考に新設コストの3倍を考慮している。

4.2 試算結果

環境条件および橋梁形式別の LCC 試算結果を、図 4-1～4-6 に示す。図中の LCC の値は、標準橋の初期コストを 1 としたときの比率（以下、LCC 比率）で表している。以下に LCC 比率に着目して試算結果の概要および考察を述べる。

●架橋環境と橋種が同じ場合

MM橋は標準橋と比較すると、初期コストは山間部および都市部で 9～16%、海岸部で 22～38%増加したが、LCC 比率では全てのケースで標準橋を大きく下回り、本試算においては、耐久性向上に関する要素技術を導入して長寿命化を図ったMM橋とすることが正当化される結果となった。これは、架替えの有無が最も影響しており、次に本体補修費の差が影響している。

●橋梁形式の違い

標準橋同士およびMM橋同士の、同環境条件下でのT桁橋とそれ以外の橋梁形式の LCC 比率を比較すると、全ケースで、T桁橋の LCC 比率がその他の橋種の LCC 比率を上回る結果となった。これは、T桁橋の場合、他の橋梁形式よりも相対的な表面積が大きく、相対的な補修コストが高くなったことと、T桁橋は床版後打ち部の補修コストを別途計上していることが主な要因である。

T桁橋とは逆に LCC 比率が小さくなったのは、山間部箱桁橋と海岸部箱桁橋の MM 橋である。これは、箱桁橋は相対的な表面積が小さいため、相対的な補修コストが他の橋梁形式よりも低くなったためである。

モデルケース①(山間部)3径間連続PC箱桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	同左
かぶり	35mm	50mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	同左
シース管(床版部)	鋼製シース	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	328,900千円	381,900千円
-------	-----------	-----------

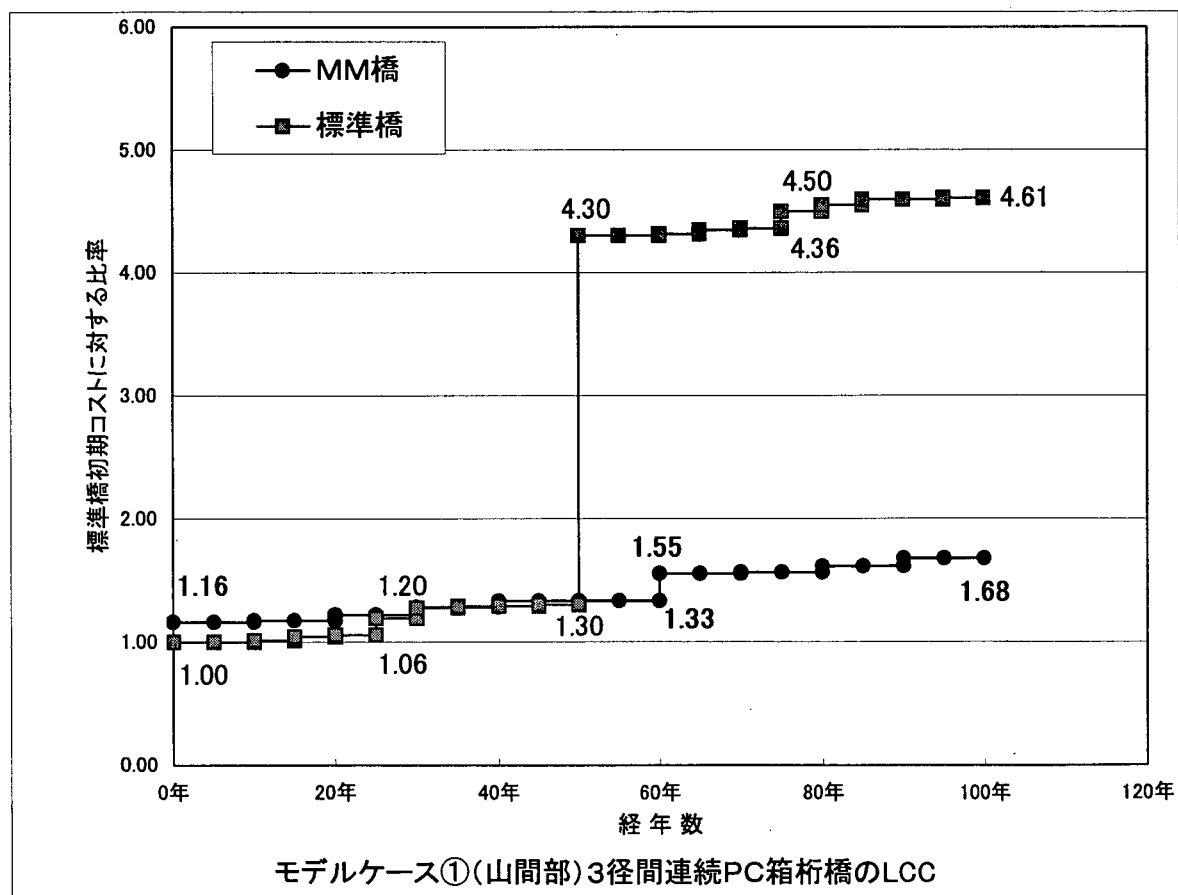


図-4.1 モデルケース①(山間部)3径間連続PC箱桁橋のLCC試算結果

モデルケース②(山間部)ポストテンション方式単純PCT桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	スタールップのみエボ鉄筋
かぶり	35mm	同左
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	同左
シース管(床版部)	鋼製シース	ポリエチレンシース
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	71,400千円	79,600千円
-------	----------	----------

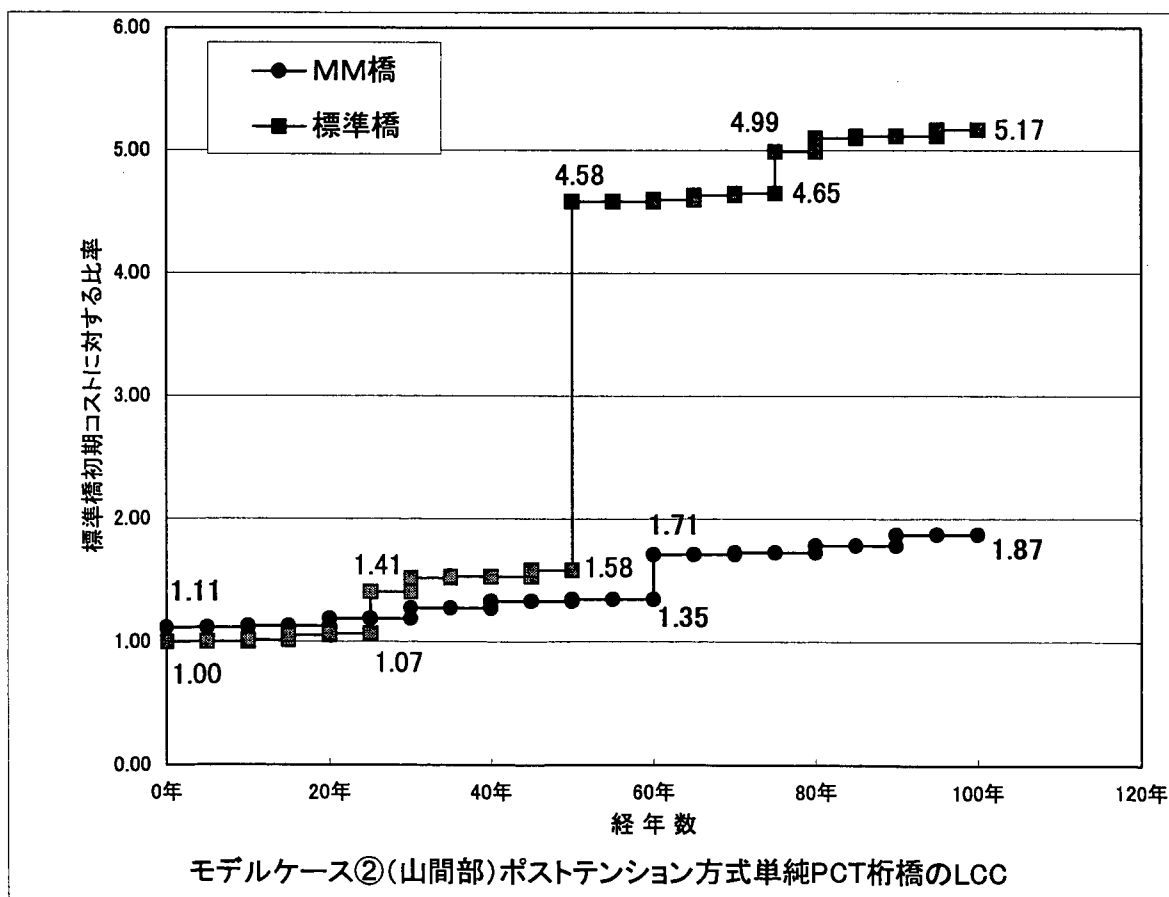


図-4.2 モデルケース②(山間部)ポストテンション方式単純PCT桁橋のLCC試算結果

モデルケース③(都市部)ポストテンション方式単純PCT桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	35mm	同左
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	同左
シース管(床版部)	鋼製シース	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	71,400千円	79,600千円
-------	----------	----------

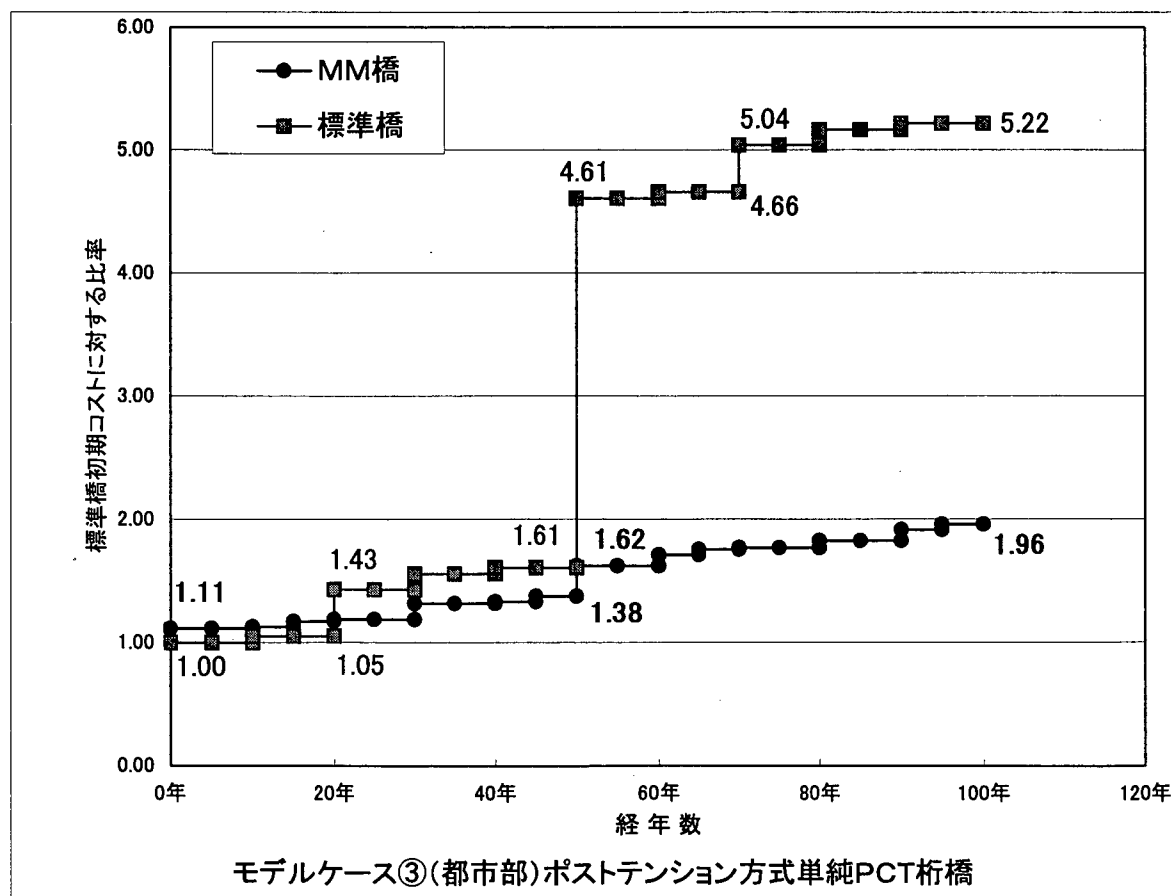


図-4.3 モデルケース③(都市部)ポストテンション方式単純PCT桁橋のLCC試算結果

モデルケース④(都市部)3径間連続PC中空床版橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	同左
かぶり	35mm	50mm
シース管	鋼製シース	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	164,300千円	179,800千円
-------	-----------	-----------

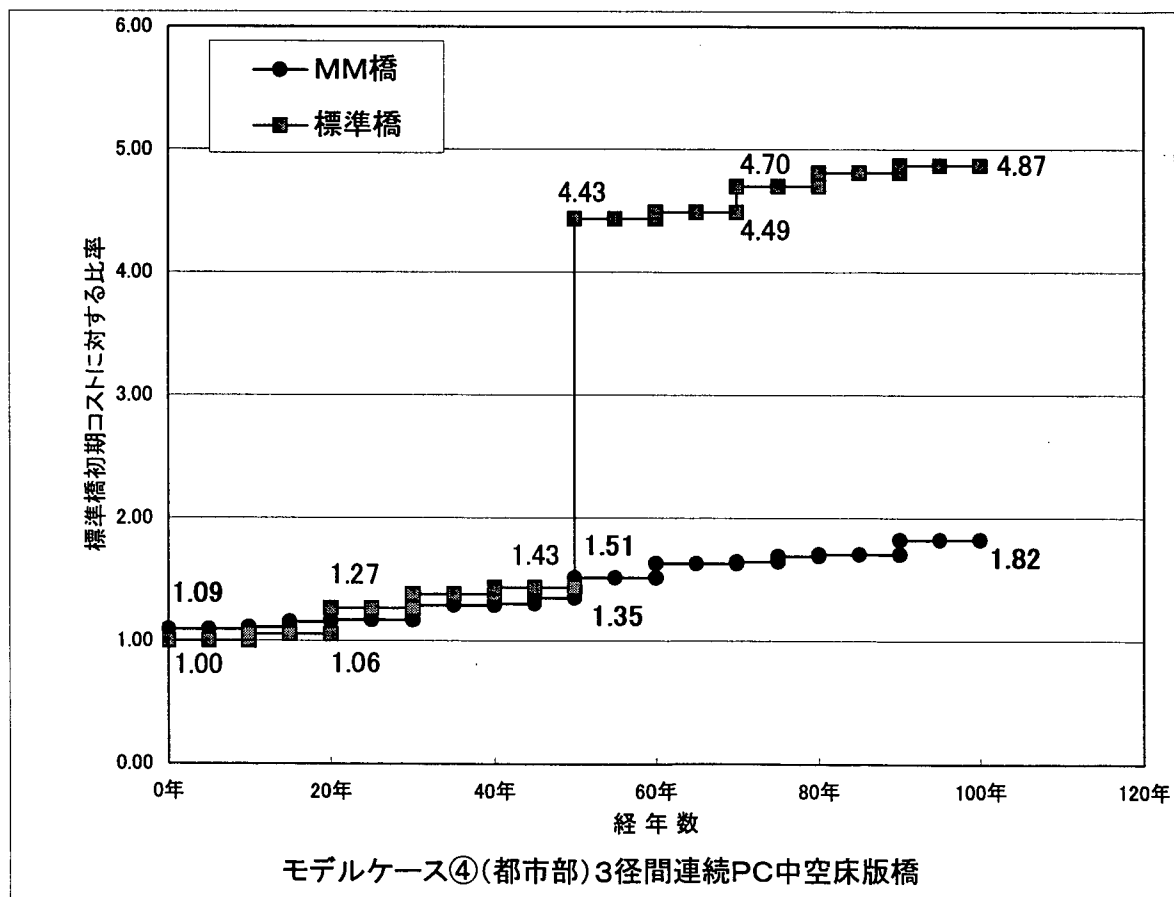


図-4.4 モデルケース④(都市部) 3径間連続PC中空床版橋のLCC試算結果

モデルケース⑤(S海岸部)3径間連続PC箱桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	70mm	35mm
シース管	鋼製シース	ポリエチレンシース
PC鋼材	普通PC鋼材	エポキシ塗装鋼材
コンクリート塗装	無し	有り
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	372,800千円	454,000千円
-------	-----------	-----------

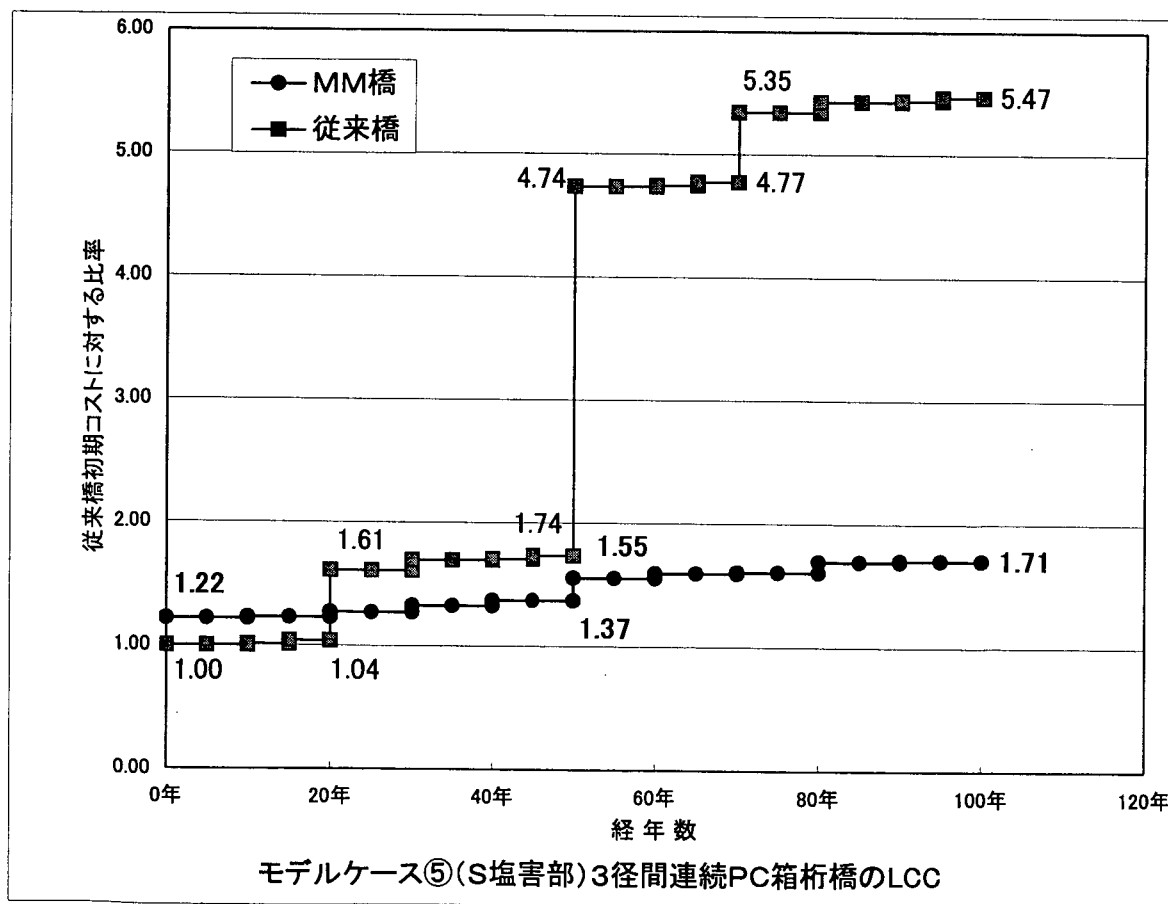


図-4.5 モデルケース⑤ (S塩害部) 3径間連続PC箱桁橋のLCC試算結果

モデルケース⑥(S海岸部)ポストテンション単純PCT桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	スタールップのみEボ鉄筋	Eボキシ塗装鉄筋
かぶり	35mm	同左
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	ポリエチレンシース
シース管(床版部)	鋼製シース	ポリエチレンシース
PC鋼材	普通PC鋼材	Eボキシ塗装鋼材
コンクリート塗装	無し	有り
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	74,300千円	102,300千円
-------	----------	-----------

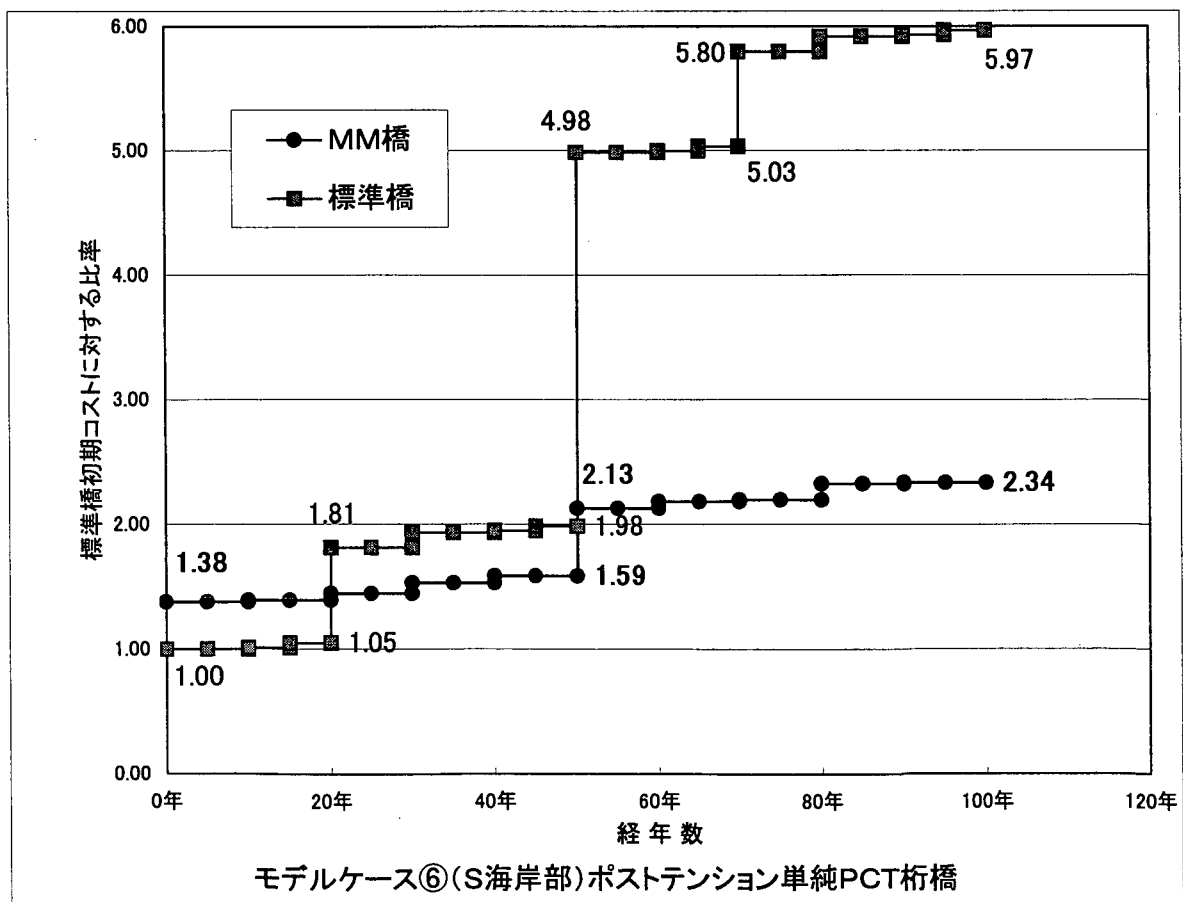


図-4.6 モデルケース⑥ (S海岸部) ポストテンション単純 PCT 桁橋の LCC 試算結果

5. まとめと今後の課題

本研究では、環境条件と橋種を組合せ、その各組合せ毎に、標準的な設計および施工を想定した橋梁（標準橋）と最小限の維持管理で最大限の長寿命化を目指して要素技術を導入した橋梁（ミニмумメンテナンス橋）の2種類のモデル橋を設定し、モデル橋梁に対してLCC試算を行っている。

今回の研究でPC橋の抱える問題や各要素技術のポイントについて、ある程度整理できたものと考えている。また、算出したライフサイクルコストの信頼性は現段階では十分ではないと言えるが、PC橋の長寿命化の有効性については証明することが出来たと言える。今後は、下記に示す課題等に取り組むことにより、評価法の確立、精度の向上を図る必要があると考えている。

【今後の課題】

- LCC試算においては、架替年数、補修時期、補修数量等に関しては、現在入手できるデータをもとにした仮定の数値を用いて評価しているが、数値の信頼性はまだ十分とは言えない。今後は、詳細な実態調査のデータ等をもとにLCCに関する諸数値の信頼性の向上が必要である。
- 要素技術の効果として、特定の個々の要素技術を評価しているが、多様な要素技術やその組合せの効果の評価までには至っていないため、今後、検討する必要がある。
- 本体工の劣化項目を塩害および中性化に限定し検討を行っているが、その他の劣化要因等についても、今後、検討する必要があると思われる。
- 現在、架橋されている橋梁に対する延命化（MM化）に関する研究も、今後必要である。
- ミニмумメンテナンス橋の提案に向けて、耐久性、維持管理性を考慮した構造形式や細部の構造細目に関した調査、整理が必要である。

【参考文献】

- 1)建設省土木研究所：ミニマムメンテナンス橋に関する研究，土木研究所資料第 3506 号，H9.6
- 2)土木学会：コンクリートライブラリー 99 平成 11 年版コンクリート標準示方書【施工編】－耐久性照査型－改訂資料，H12.1
- 3)建設省土木研究所：橋梁の架替に関する調査結果（Ⅲ），土木研究所資料第 3512 号，H9.9
- 4)（社）プレストレストコンクリート技術協会 PC 技術基準研究会 耐久性向上分科会：PC 橋の耐久性向上のための設計・施工マニュアル，H9.3
- 5)（社）プレストレストコンクリート建設業協会 九州支部：橋梁調査報告書，H6.3
- 6)（財）建設物価調査会：平成 12 年度建設省土木工事積算基準
- 7)（財）建設物価調査会：土木工事積算マニュアル 平成 12 年度版
- 8)（社）日本建設機械化協会：橋梁架設工事の積算 平成 12 年度版
- 9)（社）日本建設機械化協会：橋梁架設工事の積算および機械等損料算定表 平成 12 年度版
- 10)（社）プレストレスト・コンクリート建設業協会：PC 橋積算要領（固定支保工工法） 9 2 年版
- 11)（財）建設物価調査会：土木コスト情報 2000 冬
- 12)（財）建設物価調査会：建設物価，H12.2

資 料 編

- I. コスト関係資料（初期コスト、単価、補修コスト）
- II. モデル橋のLCC試算
- III. コンクリート橋の耐久性に関するデータ
- IV. コンクリート橋の耐久性に関わる要素技術のポイント

I . コスト関係資料(初期コスト、単価、補修コスト)

1. 初期コスト

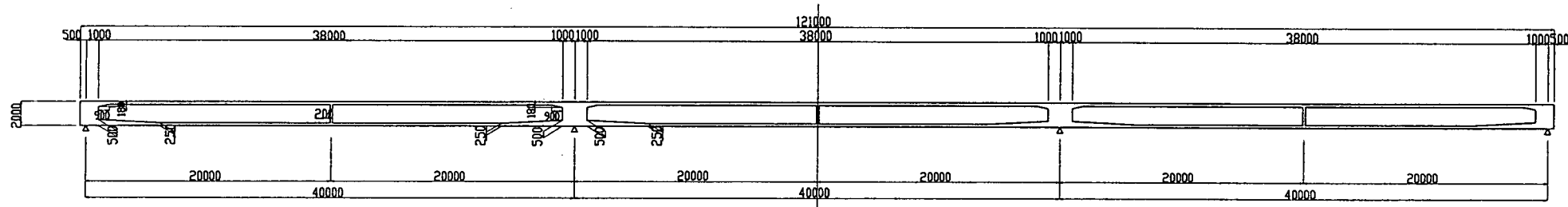
(1)モデル橋梁①3径間連続PC箱桁橋

(山間部標準橋)

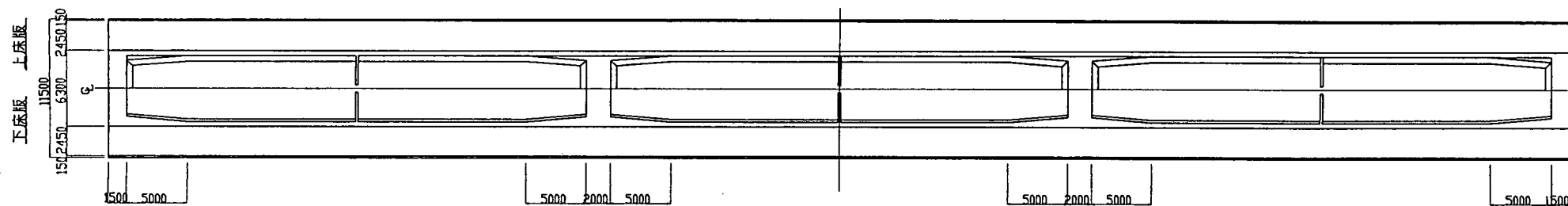
1)構造一般図

構造一般図

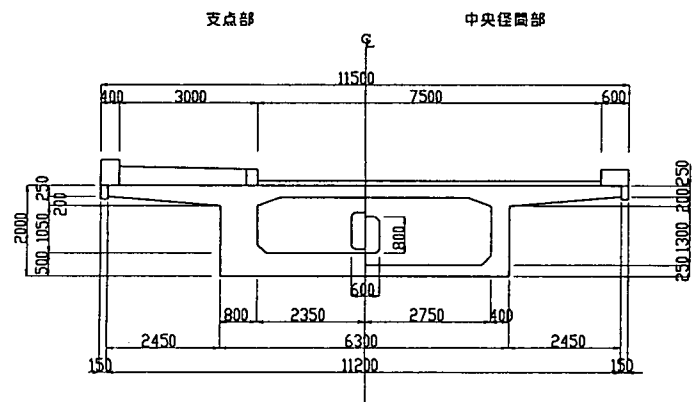
側面図 S=1:200



平面図 S=1:100



横断面図 S=1:50



モデルケース①(山間部)3径間連続PC箱桁橋

要素技術項目	標準橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm
鉄筋	普通鉄筋
かぶり	35mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース
シース管(床版部)	鋼製シース
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	普通アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	従来型管理

単位: [mm]

—34—

6.3m

橋面防水

3) モデル橋①3径間連続PC箱桁橋(標準橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)～12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費	橋体工		式	1		125,808,000	内訳 1 号表
	支承工		〃	1		37,224,000	内訳 2 号表
	支保工		〃	1		48,742,000	内訳 3 号表
	橋面工		〃	1		27,462,000	内訳 4 号表
直接工事費計						239,236,000	
間接工事費計						60,296,000	
工事原価						299,532,000	
一般管理費			式	1		29,354,000	
工事価格						328,886,000	

支承工: 移動制限装置(アンカーバー)含まず
 支保工: 支保工基礎は考慮していない。基礎用鋼材としてシートパイルを想定
 橋面工: 橋面防水工含まず

内訳 1 号表

橋体工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
コンクリート工	早強	m ³	866.8	76,719	66,500,029	
鉄筋工		t	121.4	176,498	21,418,385	
PCケーブル工(主ケーブル)	2900kN(290t)型	m	2428.2	9,861	23,944,480	
PCケーブル工(横締め)	570kN(60t)型	m	2710.4	2,637	7,147,324	
主ケーブル緊張工(片引き)	2900kN(290t)型	ケーブル	20	105,647	2,112,940	
主ケーブル緊張工(接続部片引き)	2900kN(290t)型	箇所	60	73,940	4,436,400	
主ケーブル接続工	2900kN(290t)型	箇所	40	119,947	4,797,880	
横締め緊張工(片引き)	570kN(60t)型	ケーブル	242	18,502	4,477,484	
機械器具損料		式	1		207,000	
諸雑費		式	1		358	
計					125,808,000	

内訳 2 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(タイプB)	橋台3435kN	個	4	2,300,000	9,200,000	
	橋脚6870kN	〃	4	5,500,000	22,000,000	
アンカーバー		組			0	
落橋防止装置	SEEE-F200TD	〃	12	413,600	4,963,200	
ゴム支承据付工		個	8	128,300	1,026,400	
落橋防止装置据付		組	12	2,810	33,720	
諸雑費		式	1		680	
計					37,224,000	

内訳 3 号表

枠組支保工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
支保工基礎工		式	一			
基礎鋼材設置撤去工		m ²	1718.2	2,981	5,121,954	
支保工		空m ³	15,972	2,731	43,619,532	
諸雑費		式	1		514	
計					48,742,000	

内訳 4 号表

橋面工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		5,888,000	
縁石工		m	121.5	3,365	408,848	
高欄工	鋳鉄製	m	243	30,000	7,290,000	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		8,446,000	
排水工		箇所	14	70,000	980,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	908.8	1,985	1,804,008	
舗装工	車道	"	908.8	1,970	1,790,375	
	歩道	"	339.2	865	293,432	
	歩道コンクリート	m ³	118.7	17,049	2,024,501	
諸雑費		"	1		837	
計					29,266,000	

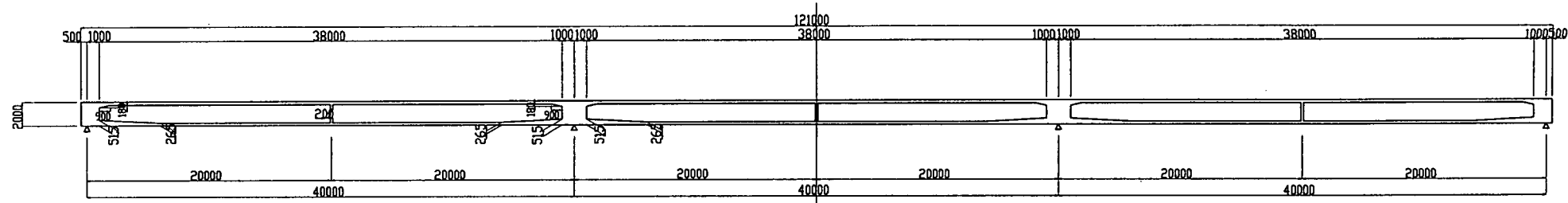
(2)モデル橋梁①3径間連続PC箱桁橋

(山間部MM橋)

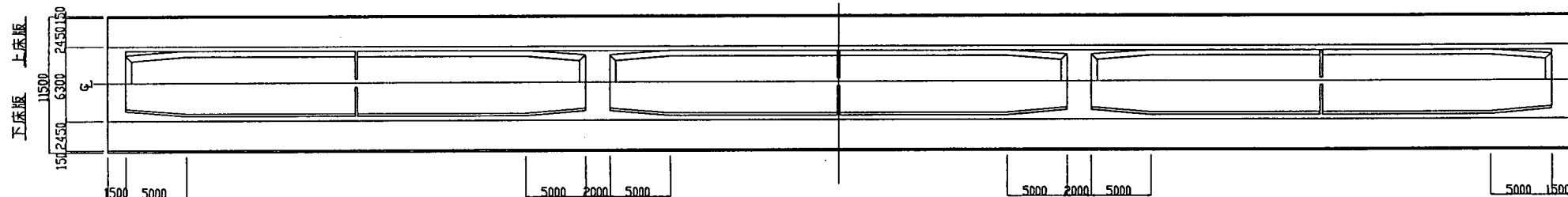
1) 構造一般図

構造一般図

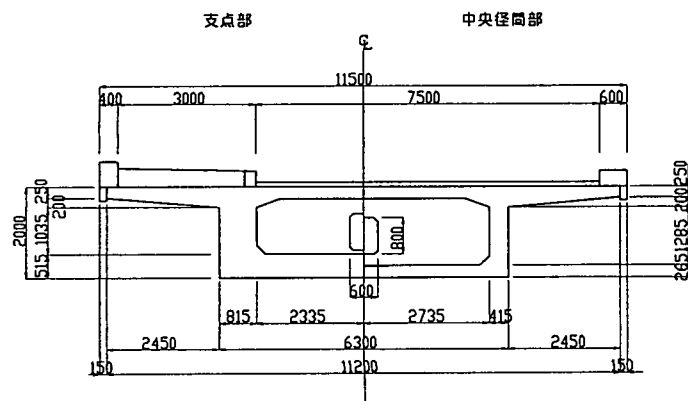
側面図 S=1:200



平面図 S=1:100



横断面図 S=1:50



モデルケース①(山間部)3径間連続PC箱桁橋

要素技術項目	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スラブ	12cm
鉄筋	普通鉄筋
かぶり	50mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース
シース管(床版部)	鋼製シース
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	改質アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	高度な管理

単位: [mm]

主桁製作工	単位	1本当り	全橋(主桁)	摘 要	横組工		単位	数 量	摘 要	橋面工		単位	1.0m当り数量	全橋当り	摘 要
コンクリート σck=50N/mm ²	m ³	916.2	916.2		コンクリート σck=50N/mm ²	m ³				地覆コンクリート σck=21N/mm ²	m ³		0.413	50.2	
型枠 側枠、妻枠 底枠	m ² m	1090.4 765.9	1090.4 765.9	内枠 1022.2	型枠	m ²				型枠	m ²		1.727	209.8	
鉄筋 SD295(D13~D19)	t	128.27	128.27		鉄筋 SD295(D13~D19)	t				鉄筋 SD295(D13~D19)	t		0.033	4.01	
PC鋼材 12S15.2B	kg	32076.3	32076.3		PC鋼材 1S21.8	kg	6727.2			高欄	m		2	243.0	
シーす 主桁用φ75 横締め用	m m	2428.2 0	2428.2 0		シーす	m	2710.4			縁石工	m		1	121.5	
定着装置 12S15.2B	組	80	80		定着装置 1S21.8用	組	484			伸縮継手(車道用)	m			15	
片引緊張 12S15.2B	ケーブル	20	20		養生工	m ²	72.4			伸縮継手(歩道用)	m			5.6	
接続緊張 12S15.2B	箇所	60	60		支承工					排水工	箇所			14	
接続具 12S15.2B	箇所	40	40		ゴム支承 橋台3435kN 橋脚6870kN	個 個	4 4			親柱	箇所			4	
支保工数量		1			アンカーバー 落橋防止装置	組 組	12			舗装(車道部) t=100mm	m ²		7.48	908.8	
1セット当り施工空m ³ (V) V=(W+2)×H×L = 15,972 空m ³										舗装(歩道部) t=30mm	m ²		2.792	339.2	
基礎用鋼材設置面積 A=(W+3)×L = 1718.2 m ²										歩道部コンクリート	m ³		0.98	118.7	
										歩道部型枠	m ²		0.03	3.2	
										橋面防水	m ²		7.48	908.8	

$$V = (W+2) \times H \times L$$

$$= 15,972 \text{ 空m}^3$$
$$A = (W + 3) \times L$$

$$= 1718.2 \text{ m}^2$$
$$P = (2.81 \times d + 0.4) \times W/W1 \times 9.80665$$

$$= 40.09 \text{ kN/m}^2$$

W: 地覆外縁間距離＝ 11.2m
H: 平均桁下高さ＝ 10.0m
L: 1セット当り施工延長＝ 121.0m

d: 平均コンクリート厚= 0.7m
W: 地覆外縁間距離= 11.2m
W1: 中央床版幅= 6.3m

3) モデル橋①3径間連続PC箱桁橋(山間部MM橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)～12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費	橋体工		式	1		136,718,000	内訳 1 号表
	支承工		"	1		37,224,000	内訳 2 号表
	支保工		"	1		59,239,000	内訳 3 号表
	橋面工		"	1		29,769,000	内訳 4 号表
直接工事費計						262,950,000	
間接工事費計						65,471,000	
工事原価						328,421,000	
一般管理費			式	1		31,823,000	
工事価格						360,244,000	

支承工: 移動制限装置(アンカーバー)含まず

支保工: 支保工基礎は考慮していない。基礎用鋼材としてシートパイルを想定

$$\begin{aligned}
 \text{高度な施工を考慮} &= \text{工事価格} \times 1.06 \\
 &= 360,244,000 \times 1.06 \\
 &= 381,900 \text{ 千円}
 \end{aligned}$$

内訳 1 号表

橋体工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
コンクリート工	早強	m ³	916.2	83,158	76,189,359	
鉄筋工		t	128.3	176,498	22,639,398	
PCケーブル工(主ケーブル)	2900kN(290t)型	m	2428.2	9,861	23,944,480	
PCケーブル工(横締め)	570kN(60t)型	m	2710.4	2,637	7,147,324	
主ケーブル緊張工(片引き)	2900kN(290t)型	ケーブル	20	105,647	2,112,940	
主ケーブル緊張工(接続部片引き)	2900kN(290t)型	箇所	60	73,940	4,436,400	
主ケーブル接続工	2900kN(290t)型	箇所	40	119,947	4,797,880	
横締め緊張工(片引き)	570kN(60t)型	ケーブル	242	18,502	4,477,484	
機械器具損料		式	1		207,000	
諸雑費		式	1		15	
計					136,718,000	

内訳 2 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(タイプB)	橋台3435kN	個	4	2,300,000	9,200,000	
	橋脚6870kN	〃	4	5,500,000	22,000,000	
アンカーバー		組			0	
落橋防止装置	SEEE-F200TD	〃	12	413,600	4,963,200	
ゴム支承据付工		個	8	128,300	1,026,400	
落橋防止装置据付		組	12	2,810	33,720	
諸雑費		式	1		680	
計					37,224,000	

内訳 3 号表

枠組支保工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
支保工基礎工		式	—			
基礎鋼材設置撤去工		m ²	1718.2	3,048	5,237,073	
支保工		空m ³	15,972	3,381	54,001,332	
諸雑費		式	1		595	
計					59,239,000	

内訳 4 号表

橋面工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		5,888,000	
縁石工		m	121.5	3,365	408,848	
高欄工	铸铁製	m	243	30,000	7,290,000	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		8,446,000	
排水工		箇所	14	70,000	980,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	908.8	1,985	1,804,008	
舗装工	車道	〃	908.8	2,467	2,242,059	
	歩道	〃	339.2	1,018	345,334	
	歩道コンクリート	m ³	118.7	17,049	2,024,501	
諸雑費		〃	1		251	
計					29,769,000	

(3)モデル橋梁②、③ポストテンション単純T桁橋

(山間部および都市部標準橋)

—45—

側面図

S-1:100

4000

27750

250600=15000

30880

30800

525

525

400

400

A1

A2

M

F

C

Figure 1: Plan view of a reinforced concrete slab. The diagram shows a rectangular slab with a central square column. Dimensions are given in millimeters. The total width is 1500 mm, with a central column width of 280 mm. The total depth is 1800 mm, with a central column width of 280 mm. The slab is divided into four quadrants by the column. The top-left quadrant is labeled "交点部" (Intersection) and the top-right quadrant is labeled "中間部" (Middle). The bottom-left quadrant is labeled "280 195" and the bottom-right quadrant is labeled "300 280". The bottom edge is labeled "275 170". The left edge is labeled "1800" and "1535". The right edge is labeled "1500" and "1200". The top edge is labeled "1500" and "1460". A note "盤縁形状は外折のみ" (Slab edge shape is only external) points to the top-left corner. A note "C" is placed above the central column.

類別	プレストレストコンクリート道路橋
形式	ポストテンション方式PC単純T桁橋
荷重	B級荷重
橋長	30.880 m
桁長	30.800 m
支間	30.000 m
全幅員	11.500 m
有効幅員	10.500 m
斜角	90° 00' 00"

要素技術項目	標準橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm
鉄筋	普通鉄筋
かぶり	35mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース
シース管(床版部)	鋼製シース
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	普通アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	従来型管理

要素技術項目	標準橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$
スラブ	8cm
鉄筋	普通鉄筋
かぶり	35mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース
シース管(床版部)	鋼製シース
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	普通アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	従来型管理

側面図

S=1:100

橋梁P.C.網より線 1S21.8 (SWPR19)

構造中心線

90°00'00"

175

Technical drawing of a cross-section of a building structure, showing dimensions and labels:

- Top label: 桁端部 (End of Truss)
- Top dimension: 1500
- Top dimension: 3027030
- Left vertical dimension: 1800
- Left vertical dimension: 1535
- Left vertical dimension: 65
- Left vertical dimension: 200
- Right vertical dimension: 550
- Labels on the right side: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

[illegible]

Technical drawing of a beam-column joint (梁柱接合部) showing reinforcement details. The drawing includes a cross-section and a side view. The cross-section shows a rectangular beam with width 340mm and height 900mm. Reinforcement includes top bars C1, C2, C3, and bottom bars B1, B2, B3. A label "PC欄より鉄 12S12.7" points to the reinforcement. The side view shows the beam's length with a label "N=4本 (サイズ径65)".

單位:【mm】

2)概算工費算出用数量

主桁製作工			1本当り	全橋(6主桁)	摘 要	横組工		単位	数 量	摘 要	橋面工		単位	1.0m当り数量	全橋当り	摘 要
コンクリート	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	m ³	27.62	165.72		コンクリート	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	m ³	29.12		地覆コンクリート	$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	m ³	0.413	12.8	
型枠	側枠, 妻枠 底枠	m ² m	147.84 31.8	887.04 190.8		型枠		m ²	140.9		型枠		m ²	1.727	53.3	
鉄筋	SD295(D13~D19)	t	3.036	18.216		鉄筋	SD295(D13~D19)	t	2.109		鉄筋	SD295(D13~D19)	t	0.033	1.02	
PC鋼材	12S12.7B	kg	1133.1	6798.6		PC鋼材	1S21.8	kg	1539		高欄		m	2	61.8	
シー	主桁用φ65 横締め用	m m	122 79.8	732 478.8		シー		m	146.7		縁石工		m	1	30.9	
定着装置	12S12.7B	組	8	48		定着装置	1S21.8用	組	112		伸縮継手(車道用)		m		15	
						養生工		m ²	72.4		伸縮継手(歩道用)		m		5.6	
主桁本数	69.05 t/本	本	6	414.3	足場工											
主桁製作	31.8 m/本	基	2	63.6												
門型クレーン軌道工		m		90												
仮置き工		本		4												
主桁架設工		単位			摘 要	支承工										
主桁本数	69.05 t/本	本	6	414.3		ゴム支承 固定		箇所	6							
軌道工	31.8	m		150		可動		箇所	6							
アンカー工		箇所		4												

3) モデル橋②, ③ポストテンション単純T桁橋(山間部及び都市部標準橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)～12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費 橋体工	主桁製作工		式	1		20,713,000	内訳 1 号表
	主桁架設工		〃	1		12,514,000	内訳 2 号表
	横組工		〃	1		7,484,000	内訳 3 号表
	支承工		〃	1		1,597,000	内訳 4 号表
	計					42,308,000	
	橋面工		式	1		6,285,000	内訳 5 号表
	直接工事費計					48,593,000	
	間接工事費計					15,417,000	
工事原価						64,010,000	
一般管理費			式	1		7,373,000	
工事価格						71,383,000	

内訳 1 号表

主桁製作工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
鉄筋工		t	18.22	174,975	3,187,344	
PCケーブル工	2200kN(225t)型	m	732.0	6,381	4,670,892	
コンクリート工	早強	m ³	165.7	38,015	6,299,845	
緊張工	2200kN(225t)型	ケーブル	24	65,306	1,567,344	
仮置工		本	0	135,950	0	
機械器具損料		式	1		3,800,800	
主桁製作台工	鋼製	m	63.6	7,395	470,322	
主桁製作台整正工		本	4	19,700	78,800	
門型クレーン工		基	1	211,990	211,990	
軌道工		m	90.0	4,722	424,980	
諸雑費		式	1		683	
計					20,713,000	

内訳 2 号表

架設桁架設工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
主桁架設工		t	414.3	4,816	1,995,269	
架設機械据付解体工		式	1		4,379,450	
架設機械移動工		回	0	686,000	0	
軌道工		m	150	4,722	708,300	
機械器具費		式	1		5,218,800	
アンカー工		ヶ所	4	50,465	201,860	
電力料金		式	1		9,685	
諸雑費		〃	1		636	
計					12,514,000	

内訳 3 号表

横組工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
型枠工		m ²	140.9	11,696	1,647,966	
鉄筋工		t	2.109	140,189	295,659	
コンクリート工		m ³	29.12	27,320	795,558	
横締工		式	1		1,990,683	
緊張工		ケーブル	56	6,329	354,424	
足場工		式	1		2,279,266	
機械器具損料		〃	1		119,706	
諸雑費		〃	1		738	
計					7,484,000	

内訳 4 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(固定側)		個	6	46,020	276,120	
ゴム支承(可動側)		〃	6	95,260	571,560	
落橋防止装置(固定側)	φ 65	組	5	32,100	160,500	
落橋防止装置(可動側)	φ 65	〃	5	70,900	354,500	
ゴム支承据付工		個	12	19,452	233,424	
諸雑費		式	1		896	
計					1,597,000	

内訳 5 号表

橋面工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		719,000	
縁石工		m	30.9	3,365	103,911	
高欄工	鋳鉄製	m	61.76	30,000	1,852,800	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		1,610,000	
排水工		箇所	2	70,000	140,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	231.0	1,985	458,500	
舗装工	車道	〃	231.0	2,040	471,204	
	歩道	〃	86.2	866	74,664	
	歩道コンクリート	m ³	30.2	17,049	514,540	
諸雑費		〃	1		381	
計					6,285,000	

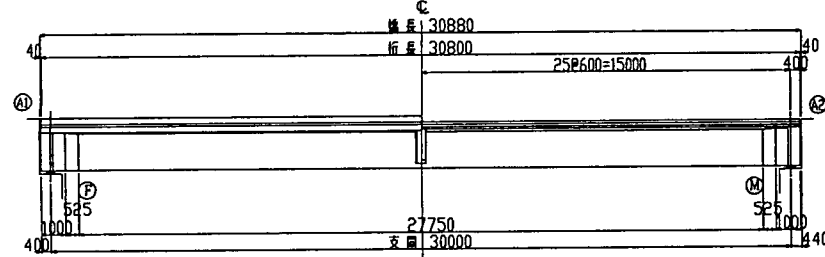
(4)モデル橋梁②、③ポストテンション単純T桁橋

(山間部および都市部MM橋)

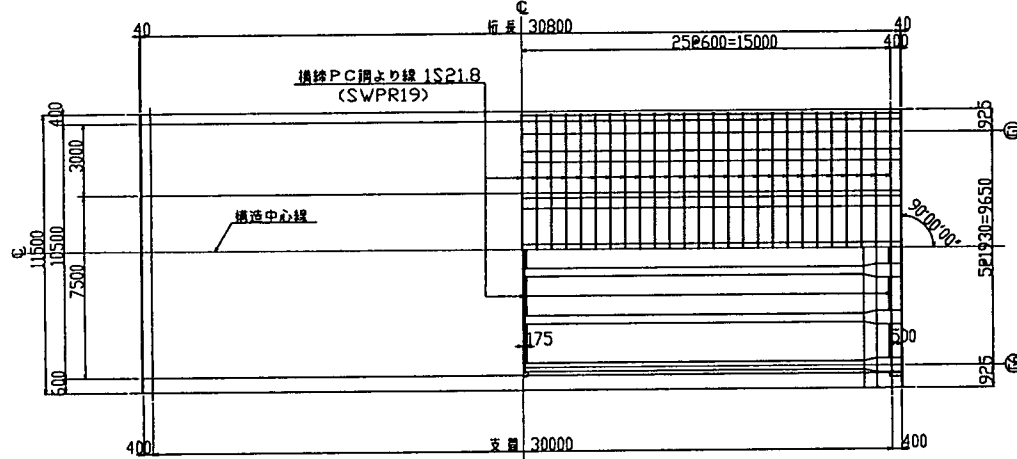
1) 構造一般図

構造一般図

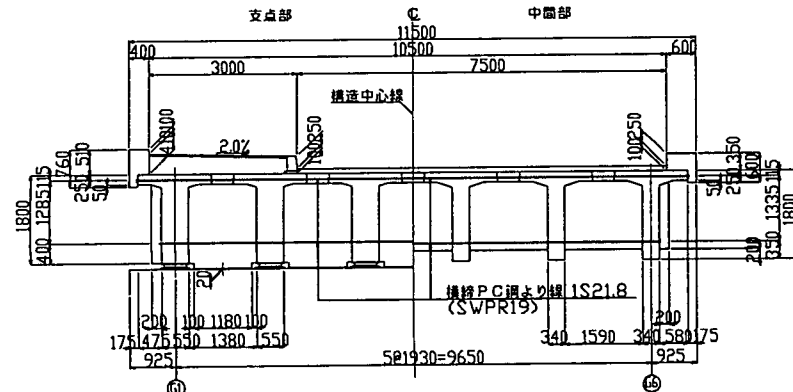
側面図 S=1:100



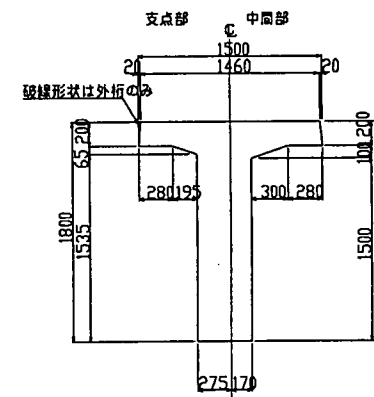
側面図 S=1:100



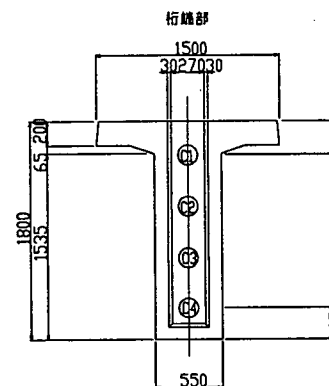
断面図 S=1:50



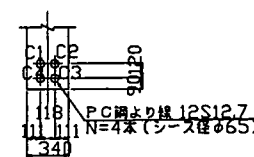
主桁形状図 S=1:20



PC鋼材配置図 S=1:20



中央部



設計条件

種別	プレストレストコンクリート道路橋
形式	ポストテンション方式PC単純T桁橋
断面	B活荷重
橋長	30.880 m
桁長	30.800 m
支間	30.000 m
全幅員	11.500 m
有効幅員	10.500 m
斜角	90° 00' 00"

モデルケース②(山間部)ポストテンション単純PCT桁

要素技術項目	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランプ	12cm
鉄筋	スターラブのみエポ塗装
かぶり	35mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース
シース管(床版部)	ポリエチレンシース
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	改質アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	高度な管理

モデルケース③(都市部)ポストテンション単純PCT桁

要素技術項目	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランプ	12cm
鉄筋	スターラブのみエポ塗装
かぶり	35mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース
シース管(床版部)	ポリエチレンシース
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	改質アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	高度な管理

単位: [mm]

2) 概算工費算出用数量

主桁製作工		1本当り	全橋(6主桁)	摘 要	横組工		単位	数 量	摘 要	橋面工		単位	1. 0m当り数量	全橋当り	摘 要	
コンクリート	50-12-25H	m ³	27.82	165.72		コンクリート	40-12-25H	m ³	29.12		地覆コンクリート	σ _{ck} =21N/mm ²	m ³	0.413	12.8	
型枠	側枠、妻枠 底枠	m ² m	147.84 31.8	887.04 190.8		型枠		m ²	140.9		型枠		m ²	1.727	53.3	
鉄筋	SD295(D13～D19)	t	0.751	4.506		鉄筋	SD295(D13～D19)	t	0.828		鉄筋	SD295(D13～D19)	t	0.033	1.02	
鉄筋(二本キシ)	SD295(D13～D19)	t	2.335	14.01		鉄筋(二本キシ)	SD295(D13～D19)	t	1.236		高欄		m	2	61.8	
PC鋼材	12S12.7B	kg	1133.1	6798.6		PC鋼材	1S21.8	kg	1539		縁石工		m	1	30.9	
シー	主桁用φ65 横締め用	m m	122 79.8	732 478.8		シー		m	146.7		伸縮継手(車道用)		m		15	
定着装置	12S12.7B	組	8	48		定着装置	1S21.8用	組	112		伸縮継手(歩道用)		m		5.6	
無収縮モルタル		m ³	0	0	足場工	養生工		m ²	72.4		排水工		箇所		2	
主桁本数	69.05 t/本	本	6	414.3			親柱			箇所		4				
主桁製作台	31.8 m/本	基	2	63.6			舗装(車道部)	t=100mm	m ²	7.48	231.0					
門型クレーン軌道工		m		90			舗装(歩道部)	t=30mm	m ²	2.792	86.2					
仮置き工		本		4			歩道部コンクリート		m ³	0.98	30.2					
						歩道部型枠		m ²	0.03	0.8						
						橋面防水		m ²	7.48	231.0						
主桁架設工		単位		摘 要	支保工											
主桁本数	69.05 t/本	本	6	414.3		ゴム支承	固定	箇所	6							
軌道工	31.8	m		150			可動	箇所	6							
アンカー工		箇所		4												

架設機械供用日数	2.1	
供用日数係数	7.4	日
架設工	14.5	日
架設機械組立解体	0	日
架設機械移動工	21.9	日
計	21.9	日
架設機械供用日数 =	21.9 × 2.1	
=	46	日

3) モデル橋②, ③ポストテンション単純T桁橋(山間部及び都市部MM橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)～12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費 橋体工	主桁製作工		式	1		22,995,000	内訳 1 号表
	主桁架設工		〃	1		12,514,000	内訳 2 号表
	横組工		〃	1		7,706,000	内訳 3 号表
	支承工		〃	1		1,597,000	内訳 4 号表
	計					44,812,000	
	橋面工		式	1		6,418,000	内訳 5 号表
	直接工事費計					51,230,000	
	間接工事費						
	間接工事費計					16,119,000	
工事原価						67,349,000	
一般管理費			式	1		7,724,000	
工事価格						75,073,000	

$$\begin{aligned}
 \text{高度な施工を考慮} &= \text{工事価格} \times 1.06 \\
 &= 75,073,000 \times 1.06 \\
 &= 79,600 \text{ 千円}
 \end{aligned}$$

内訳 1 号表

主桁製作工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
鉄筋工(普通鉄筋)		t	4.51	174,975	788,437	
鉄筋工(エボキシ鉄筋)		t	14.01	257,650	3,609,676	
PCケーブル工	2200kN(225t)型	m	732.0	6,609	4,837,788	
コンクリート工	早強	m ³	165.7	43,472	7,204,179	
緊張工	2200kN(225t)型	ケーブル	24	65,306	1,567,344	
無収縮モルタル		m ³	0.0	260,718	0	
仮置工		本	0	135,950	0	
機械器具損料		式	1		3,800,800	
主桁製作台工	鋼製	m	63.6	7,395	470,322	
主桁製作台整正工		本	4	19,700	78,800	
門型クレーン工		基	1	211,990	211,990	
軌道工		m	90.0	4,722	424,980	
諸雑費		式	1		684	
計					22,995,000	

内訳 2 号表

架設桁架設工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
主桁架設工		t	414.3	4,816	1,995,269	
架設機械据付解体工		式	1		4,379,450	
架設機械移動工		回	0	686,000	0	
軌道工		m	150	4,722	708,300	
機械器具費		式	1		5,218,800	
アンカー工		ヶ所	4	50,465	201,860	
電力料金		式	1		9,685	
諸雑費		〃	1		636	
計					12,514,000	

内訳 3 号表

横組工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
型枠工		m ²	140.9	11,696	1,647,966	
鉄筋工		t	0	140,189	0	
鉄筋工(エボキシ)		t	2.109	223,025	470,360	
コンクリート工		m ³	29.12	29,972	872,785	
横締工		式	1		2,039,199	
緊張工		ケーブル	56	6,329	354,424	
足場工		式	1		2,279,266	
機械器具損料		〃	1		119,706	
諸雑費		〃	1		294	
計					7,784,000	

内訳 4 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(固定側)		個	6	46,020	276,120	
ゴム支承(可動側)		〃	6	95,260	571,560	
落橋防止装置(固定側)	φ 65	組	5	32,100	160,500	
落橋防止装置(可動側)	φ 65	〃	5	70,900	354,500	
ゴム支承据付工		個	12	19,452	233,424	
諸雑費		式	1		896	
計					1,597,000	

内訳 5 号表

橋面工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		719,000	
縁石工		m	30.9	3,365	103,911	
高欄工	铸铁製	m	61.76	30,000	1,852,800	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		1,610,000	
排水工		箇所	2	70,000	140,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	231.0	1,985	458,500	
舗装工	車道	〃	231.0	2,556	590,391	
	歩道	〃	86.2	1,020	87,941	
	歩道コンクリート	m ³	30.2	17,049	514,540	
諸雑費		〃	1		917	
計					6,418,000	

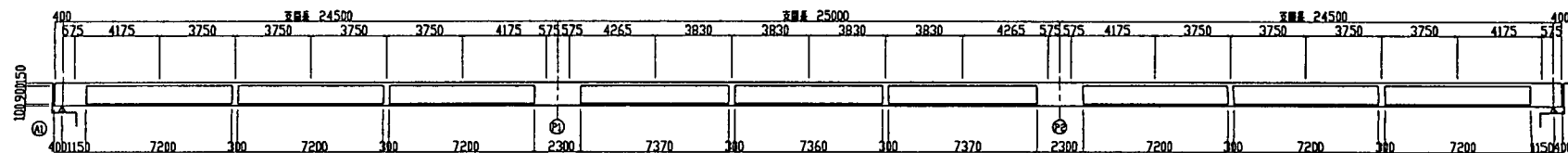
(5)モデル橋梁④3径間連続PC中空床版橋

(都市部標準橋)

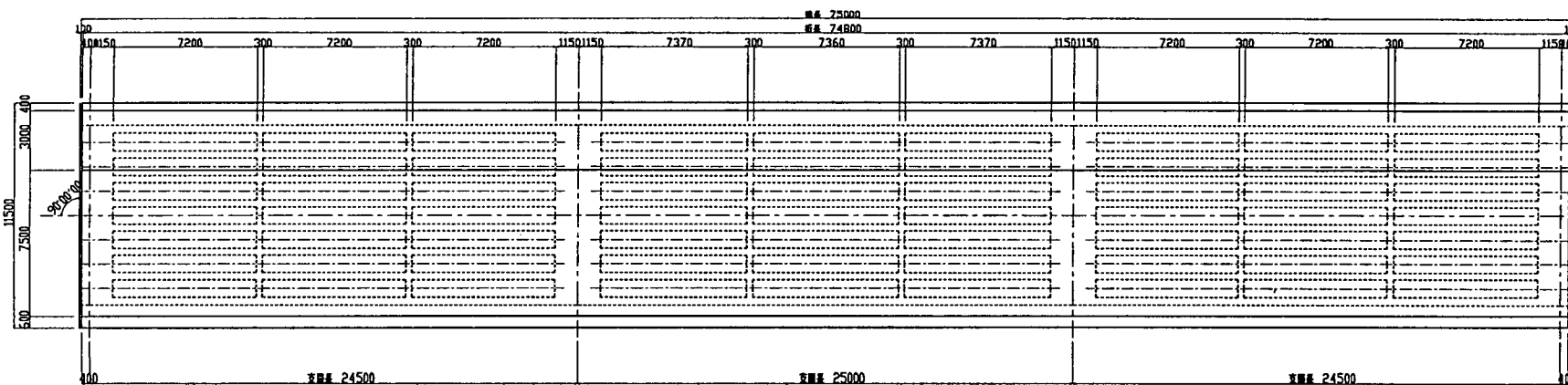
1) 構造一般図

構造一般図

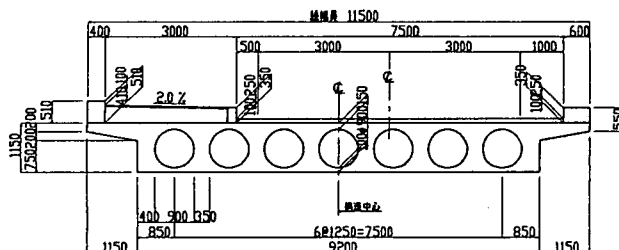
側面図 S=1:100



平面図 S=1:100

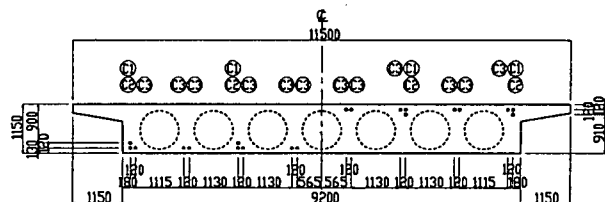


横断面図 S=1:50



横断面図(ケーブル配置図) S=1:50

支間中央部 中間支点部



モデルケース④(都市部)3径間連続PC中空床版橋

要素技術項目	標準橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm
鉄筋	普通鉄筋
かぶり	35mm
シーす管	鋼製シーす
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	普通アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	従来型管理

単位:[mm]

2) 概算工費算出用数量

主桁製作工					単位	1本当り	全橋(1主桁)	摘 要	横組工	単位	数 量	摘 要	橋面工	単位	1. 0m当り数量	全橋当り	摘 要						
コンクリート	$\sigma_{ck}=35\text{N/mm}^2$	m ³	552.2	552.2				コンクリート	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	m ³			地覆コンクリート	$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	m ³	0.413	31.0						
型枠	側枠、妻枠 円筒枠	m ² m	1027.4 457.1	1027.4 457.1	φ900			型枠		m ²			型枠		m ²	1.727	129.5						
鉄筋	SD295(D13～D19)	t	66.264	66.264		鉄筋	SD295(D13～D19)	t			鉄筋	SD295(D13～D19)	t	0.033	2.48								
PC鋼材	12S12.7B	kg	13885.3	13885.3		PC鋼材	1S21.8	kg			高欄		m	2	150.0								
シーす	主桁用φ65 横締め用	m m	1495	1495 0		シーす		m			縁石工		m	1	75.0								
定着装置	12S12.7B	組	40	40				定着装置	1S21.8用	組			伸縮継手(車道用)		m		15						
									養生工		m ²		伸縮継手(歩道用)		m		5.6						
									支承工				排水工		箇所		8						
									ゴム支承	橋台932kN	個	8	親柱		箇所		4						
										橋脚2045kN	個	8	舗装(車道部)	t=100mm	m ²	7.48	561.0						
									アンカーバー	橋台φ85×1720		10	舗装(歩道部)	t=30mm	m ²	2.792	209.4						
										橋脚φ90×1820		10	歩道部コンクリート		m ³	0.98	73.3						
									落橋防止	φ250型4000		12	歩道部型枠		m ²	0.03	2.0						
支保工数量																		橋面防水		m ²	7.48	561.0	
1セット当り施工空m ³ (V)																							
V= (W+2)×H×L									W: 地覆外縁間距離=									11.5m					
= 10,098 空m ³									H: 平均桁下高さ=									10.0m					
基礎用鋼材設置面積									L: 1セット当り施工延長=									74.8m					
A= (W+3)×L																							
= 1084.6 m ²																							
支保耐力(P)									d: 平均コンクリート厚=									0.6m					
P= (2.81×d+0.4)×W/W1×9.80665									W: 地覆外縁間距離=									11.5m					
= 27.02 kN/m ²									W1: 中央床版幅=									9.2m					

3) モデル橋梁④3径間連続PC中空床版橋(都市部標準橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)～12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費	橋体工		式	1		54,677,000	内訳 1 号表
	支承工		〃	1		19,867,000	内訳 2 号表
	支保工		〃	1		26,386,000	内訳 3 号表
	橋面工		〃	1		15,226,000	内訳 4 号表
	直接工事費計					116,156,000	
間接工事費	間接工事費計					32,380,000	
工事原価						148,536,000	
一般管理費			式	1		15,715,000	
工事価格						164,251,000	

支保工: 支保工基礎は考慮していない。基礎用鋼材としてシートパイルを想定

内訳 1号表

主桁製作工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
コンクリート工	早強	m ³	552.2	44,775	24,724,755	
鉄筋工		t	66.264	160,968	10,666,383	
円筒型枠工		m	457.1	14,886	6,804,390	
PCケーブル工	2200kN(225t)型	m	1495.0	6,873	10,275,135	
緊張工(両引き)	2200kN(225t)型	ケーブル	20	95,247	1,904,940	
防護工		m	150	1,233	184,950	
機械器具損料		式	1		116,000	
諸雑費		式	1		447	
計					54,677,000	

内訳 2 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(タイプB)	橋台932kN	個	8	500,000	4,000,000	
	橋脚2045kN	〃	8	1,200,000	9,600,000	
アンカーバー	橋台φ85×1720	組	10	97,000	970,000	
	橋脚φ90×1820	〃	10	105,000	1,050,000	
落橋防止装置	φ250型4000	〃	12	180,000	2,160,000	
ゴム支承据付工		個	16	128,300	2,052,800	
落橋防止装置据付		組	12	2,810	33,720	
諸雑費		式	1		480	
計					19,867,000	

内訳 3 号表

枠組支保工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
支保工基礎工		式	—			
基礎鋼材設置撤去工		m ²	1084.6	2,914	3,160,524	
支保工		空m ³	10,098	2,300	23,225,400	
諸雑費		式	1		76	
計					26,386,000	

内訳 4 号表

橋面工内訳

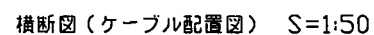
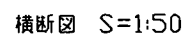
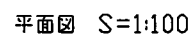
(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		1,745,300	
縁石工		m	75.0	3,365	252,375	
高欄工	鉄製	m	150	30,000	4,500,000	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		4,178,000	
排水工		箇所	8	70,000	560,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	561.0	1,985	1,113,585	
舗装工	車道	〃	561.0	1,970	1,105,170	
	歩道	〃	209.4	865	181,131	
	歩道コンクリート	m ³	73.3	17,049	1,249,692	
諸雑費		〃	1		747	
計					15,226,000	

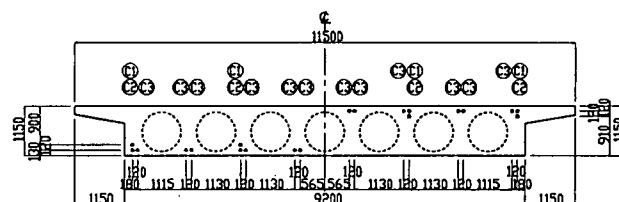
(6)モデル橋梁④3径間連続PC中空床版橋

(都市部MM橋)

側面図 S=1:100



支間中央部 中間支点部



モデルケース④(都市部)3径間連続PC中空床版橋

要素技術項目	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランブ	12cm
鉄筋	普通鉄筋
かぶり	50mm
シーす管	鋼製シーす
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	改質アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	高度な管理

單位:【mm】

2)概算工費算出用数量

主桁製作工	単位	1本当り	全橋(1主桁)	摘 要	横組工	単位	数 量	摘 要	橋面工	単位	1.0m当り数量	全橋当り	摘 要
コンクリート H50-12-25 (高性能AE減水剤)	m ³	552.2	552.2		コンクリート $\sigma_{ck}=30N/mm^2$	m ³			地覆コンクリート $\sigma_{ck}=21N/mm^2$	m ³	0.413	31.0	
型枠 側枠、妻枠 円筒枠	m ² m	1027.4 457.1	1027.4 457.1	φ900	型枠	m ²			型枠	m ²	1.727	129.5	
鉄筋 SD295(D13~D19)	t	66.264	66.264		鉄筋 SD295(D13~D19)	t			鉄筋 SD295(D13~D19)	t	0.033	2.48	
PC鋼材 12S12.7B	kg	13885.3	13885.3		PC鋼材 1S21.8	kg			高欄	m	2	150.0	
シー ス 主桁用φ65 横締め用	m m	1495 0	1495 0		シー ス	m			縁石工	m	1	75.0	
定着装置 12S12.7B	組	40	40		定着装置 1S21.8用	組			伸縮継手(車道用)	m		15	
					養生工	m ²			伸縮継手(歩道用)	m		5.6	
		1	1		支承工				排水工	箇所		8	
					ゴム支承 橋台932kN	個	8		親柱	箇所		4	
					橋脚2045kN	個	8		舗装(車道部) t=100mm	m ²	7.48	561.0	
支保工数量					アンカーバー 橋台φ85×1720	10			舗装(歩道部) t=30mm	m ²	2.792	209.4	
					橋脚φ90×1820	10			歩道部コンクリート	m ³	0.98	73.3	
					落橋防止 φ250型4000	12			歩道部型枠	m ²	0.03	2.0	
1セツト当り施工空m ³ (V)									橋面防水	m ²	7.48	561.0	
V= (W+2)×H×L				W: 地覆外縁間距離=	11.5m								
= 10,098 空m ³				H: 平均桁下高さ=	10.0m								
基礎用鋼材設置面積				L: 1セツト当り施工延長=	74.8m								
A= (W+3)×L													
= 1084.6 m ²													
支保耐力(P)				d: 平均コンクリート厚=	0.6m								
P= (2.81×d+0.4)×W/W1×9.80665				W: 地覆外縁間距離=	11.5m								
= 27.02 kN/m ²				W1: 中央床版幅=	9.2m								

3) モデル橋④3径間連続PC中空床版橋(都市部MM橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)～12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費	橋体工		式	1		58,316,000	内訳 1 号表
	支承工		〃	1		19,867,000	内訳 2 号表
	支保工		〃	1		26,386,000	内訳 3 号表
	橋面工		〃	1		15,537,000	内訳 4 号表
	直接工事費計					120,106,000	
	間接工事費計					33,332,000	
間接工事費							
工事原価						153,438,000	
一般管理費			式	1		16,172,000	
工事価格						169,610,000	

支保工： 支保工基礎は考慮していない。基礎用鋼材としてシートパイルを想定

$$\begin{aligned}
 & \text{高度な施工を考慮} = \text{工事価格} \times 1.06 \\
 & = 169,610,000 \times 1.06 \\
 & = 179,800 \text{ 千円}
 \end{aligned}$$

内訳 1号表

主桁製作工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
コンクリート工	早強	m ³	552.2	51,365	28,363,753	
鉄筋工		t	66.264	160,968	10,666,383	
円筒型枠工		m	457.1	14,886	6,804,390	
PCケーブル工	2200kN(225t)型	m	1495.0	6,873	10,275,135	
緊張工(両引き)	2200kN(225t)型	ケーブル	20	95,247	1,904,940	
防護工		m	150	1,233	184,950	
機械器具損料		式	1		116,000	
諸雑費		式	1		449	
計					58,316,000	

内訳 2号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(タイプB)	橋台932kN	個	8	500,000	4,000,000	
	橋脚2045kN	〃	8	1,200,000	9,600,000	
アンカーバー	橋台φ85×1720	組	10	97,000	970,000	
	橋脚φ90×1820	〃	10	105,000	1,050,000	
落橋防止装置	φ250型4000	〃	12	180,000	2,160,000	
ゴム支承据付工		個	16	128,300	2,052,800	単価2-1号表
落橋防止装置据付		組	12	2,810	33,720	単価2-2号表
諸雑費		式	1		480	
計					19,867,000	

内訳 3 号表

枠組支保工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
支保工基礎工		式	一			
基礎鋼材設置撤去工		m ²	1084.6	2,914	3,160,524	
支保工		空m ³	10,098	2,300	23,225,400	
諸雑費		式	1		76	
計					26,386,000	

内訳 4 号表

橋面工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		1,745,300	
縁石工		m	75.0	3,365	252,375	
高欄工	鋳鉄製	m	150	30,000	4,500,000	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		4,178,000	
排水工		箇所	8	70,000	560,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	561.0	1,985	1,113,585	
舗装工	車道	〃	561.0	2,467	1,383,987	
	歩道	〃	209.4	1,018	213,169	
	歩道コンクリート	m ³	73.3	17,049	1,249,692	
諸雑費		〃	1		892	
計					15,537,000	

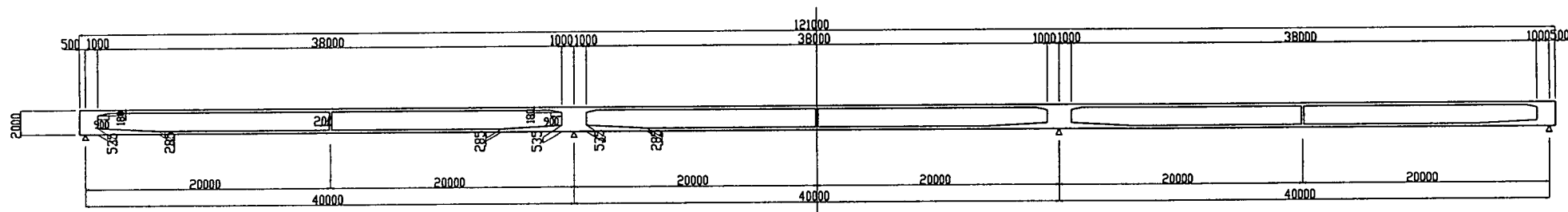
(7)モデル橋梁⑤3径間連続PC箱桁橋

(海岸部標準橋)

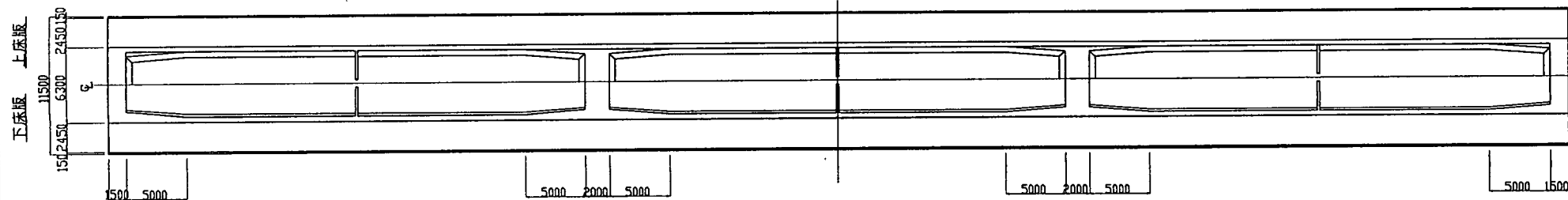
1) 構造一般図

構造一般図

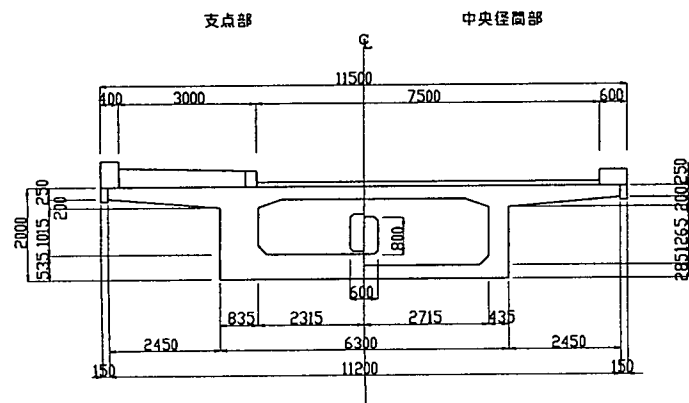
側面図 S=1:200



平面図 S=1:100



横断面図 S=1:50



モデルケース⑤(S海岸部)3径間連続PC箱桁橋

要素技術項目	標準橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スラブ	8cm
鉄筋	普通鉄筋
かぶり	70mm
シーす管	鋼製シーす
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	普通アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	従来型管理

単位: [mm]

2)概算工費算出用数量

主桁製作工		単位	1本当り	全橋(主桁)	摘 要		横組工		単位	数 量	摘 要		橋面工		単位	1. 0m当り数量	全橋当り	摘 要	
コンクリート	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	m^3	982.1	982.1			コンクリート	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	m^3				地覆コンクリート	$\sigma_{ck}=21\text{N/mm}^2$	m^3	0.413	50.2		
型枠	側枠, 妻枠 底枠	m^2	1093.8	1093.8	内枠	1022.2	型枠		m^2				型枠		m^2	1.727	209.8		
		m	770.8	770.8															
鉄筋	SD295(D13~D19)	t	137.494	137.494			鉄筋	SD295(D13~D19)	t				鉄筋	SD295(D13~D19)	t	0.033	4.01		
PC鋼材	12S15.2B	kg	32057.2	32057.2			PC鋼材	1S21.8	kg	6727.2			高欄		m	2	243.0		
シーす	主桁用 $\phi 75$ 横締め用	m	2426.7	2426.7			シーす		m	2710.4			縁石工		m	1	121.5		
		m	2710.4	2710.4			定着装置	1S21.8用	組	484			伸縮継手(車道用)		m		15		
定着装置	12S15.2B	組	80	80			養生工		m^2	72.4			伸縮継手(歩道用)		m		5.6		
片引緊張	12S15.2B	ケーブル	20	20			支承工						排水工		箇所		14		
接続緊張	12S15.2B	箇所	60	60			ゴム支承	橋台3435kN 橋脚6870kN	個	4			親柱		箇所		4		
接続具	12S15.2B	箇所	40	40			アンカーバー		組				舗装(車道部)	$t=100\text{mm}$	m^2	7.48	908.8		
支保工数量			1				落橋防止装置		組	12			舗装(歩道部)	$t=30\text{mm}$	m^2	2.792	339.2		
1セツト当り施工空 m^3 (V)																			
V= (W+2)×H×L				W: 地覆外縁間距離=				11.2 m											
= 15,972 空 m^3				H: 平均桁下高さ=				10 m											
基礎用鋼材設置面積				L: 1セツト当り施工延長				121 m											
A= (W+3)×L																			
= 1718.2 m^2																			

3) モデル橋⑤3径間連続PC箱桁橋(塩害部標準橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)~12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費	橋体工		式	1		146,722,000	内訳 1 号表
	支承工		〃	1		37,224,000	内訳 2 号表
	支保工		〃	1		59,239,000	内訳 3 号表
	橋面工		〃	1		29,266,000	内訳 4 号表
	直接工事費計					272,451,000	
間接工事費	間接工事費計					67,499,000	
工事原価						339,950,000	
一般管理費			式	1		32,805,000	
工事価格						372,755,000	

支承工: 移動制限装置(アンカーバー)含まず
 支保工: 支保工基礎は考慮していない。基礎用鋼材としてシートパイルを想定

内訳 1号表

主桁製作工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
コンクリート工	早強	m ³	982.1	76,719	75,345,729	
鉄筋工		t	137.5	176,498	24,267,416	
PCケーブル工(主ケーブル)	2900kN(290t)型	m	2426.7	9,861	23,929,688	
PCケーブル工(横締め)	570kN(60t)型	m	2710.4	2,637	7,147,324	
主ケーブル緊張工(片引き)	2900kN(290t)型	ケーブル	20	105,647	2,112,940	
主ケーブル緊張工(接続部片引き)	2900kN(290t)型	箇所	60	73,940	4,436,400	
主ケーブル接続工	2900kN(290t)型	箇所	40	119,947	4,797,880	
横締め緊張工(片引き)	570kN(60t)型	ケーブル	242	18,502	4,477,484	
機械器具損料		式	1		207,000	
諸雑費		式	1		139	
計					146,722,000	

内訳 2 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(タイプB)	橋台3435kN	個	4	2,300,000	9,200,000	
	橋脚6870kN	〃	4	5,500,000	22,000,000	
アンカーバー		組			0	
落橋防止装置	SEEE-F200TD	〃	12	413,600	4,963,200	
ゴム支承据付工		個	8	128,300	1,026,400	
落橋防止装置据付		組	12	2,810	33,720	
諸雑費		式	1		680	
計					37,224,000	

内訳 3 号表

枠組支保工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
支保工基礎工		式	—			
基礎鋼材設置撤去工		m ²	1718.2	3,048	5,237,073	
支保工		空m ³	15,972	3,381	54,001,332	
諸雑費		式	1		595	
計					59,239,000	

内訳 4 号表

橋面工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		5,888,000	
縁石工		m	121.5	3,365	408,848	
高欄工	鉄製	m	243	30,000	7,290,000	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		8,446,000	
排水工		箇所	14	70,000	980,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	908.8	1,985	1,804,008	
舗装工	車道	〃	908.8	1,970	1,790,375	
	歩道	〃	339.2	865	293,432	
	歩道コンクリート	m ³	118.7	17,049	2,024,501	
諸雑費		〃	1		837	
計					29,266,000	

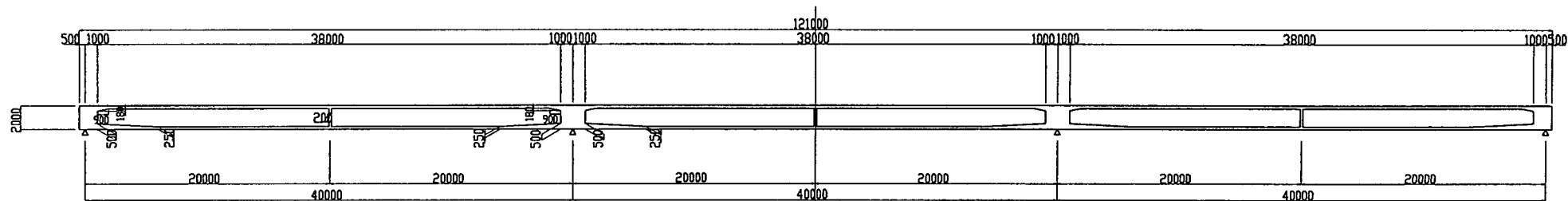
(8)モデル橋梁⑤3径間連続PC箱桁橋

(海岸部MM橋)

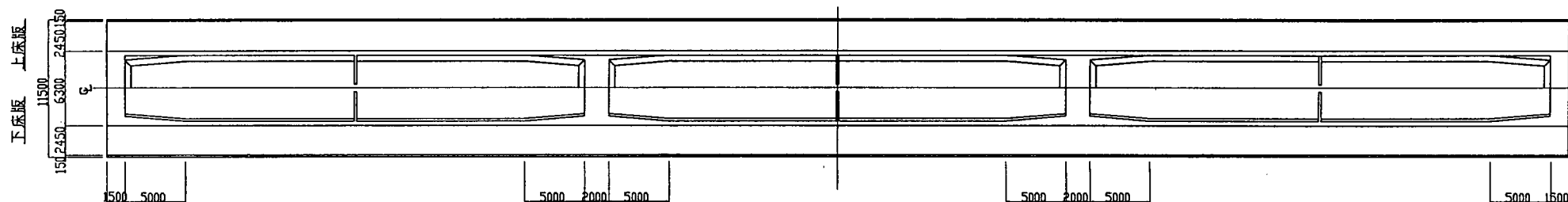
1)構造一般図

構造一般図

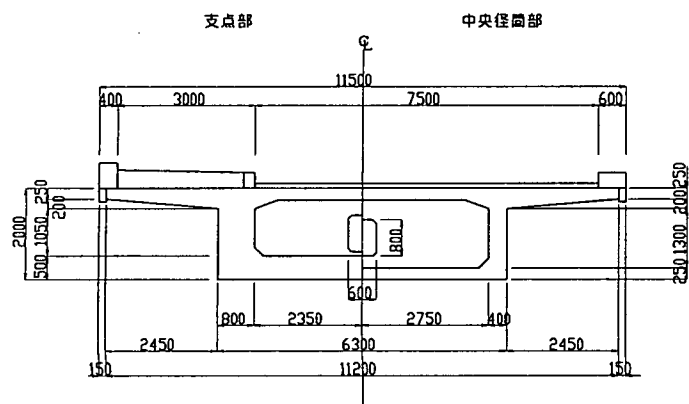
側面図 S=1:200



平面図 S=1:100



横断面図 S=1:50



モデルケース⑤(S海岸部)3径間連続PC箱桁橋

要素技術項目	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スラブ	12cm
鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	35mm
シー管	ポリエチレンシー
PC鋼材	エポキシ塗装鋼材
コンクリート塗装	有り
舗装工	改質アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	高度な管理

単位: [mm]

主桁製作工	単位	1本当り	全橋(主桁)	摘 要	横組工	単位	数 量	摘 要	橋面工	単位	1.0m当り数量	全橋当り	摘 要	
コンクリート σ ck=50N/mm ²	m ³	866.8	866.8		コンクリート σ ck=50N/mm ²	m ³			地覆コンクリート σ ck=21N/mm ²	m ³	0.413	50.2		
型枠 側枠、妻枠 底枠	m ² m	1087.8 762.3	1087.8 762.3	内枠 1022.2	型枠	m ²			型枠	m ²	1.727	209.8		
鉄筋(エボキシ) SD295(D13～D19)	t	121.352	121.352		鉄筋 SD295(D13～D19)	t			鉄筋 SD295(D13～D19)	t	0.033	4.01		
PC鋼材(エボキシ) 12S15.2B	kg	32076.3	32076.3		PC鋼材 1S21.8	kg	6727.2		高欄	m	2	243.0		
シーす 主桁用φ75 横締め用	m m	2426.7 0	2426.7 0		シーす	m	2710.4		縁石工	m	1	121.5		
定着装置 12S15.2B	組	80	80		定着装置 1S21.8用	組	484		伸縮継手(車道用)	m		15		
片引緊張 12S15.2B	ケーブル	20	20		養生工	m ²	72.4		伸縮継手(歩道用)	m		5.6		
接続緊張 12S15.2B	箇所	60	60		支承工				排水工	箇所		14		
接続具 12S15.2B	箇所	40	40		ゴム支承 橋台3435kN 橋脚6870kN	個 個	4 4		親柱	箇所		4		
支保工数量		1			アンカーバー 落橋防止装置	組	12		舗装(車道部)	t=100mm m ²	7.48	908.8		
										舗装(歩道部)	t=30mm m ²	2.792	339.2	
										歩道部コンクリート	m ³	0.98	118.7	
										歩道部型枠	m ²	0.03	3.2	
										橋面防水	m ²		0.0	

1セット当り施工空m³(V)
V = (W+2) × H × L
= 15,972 空m³
基礎用鋼材設置面積
A = (W+3) × L
= 1718.2 m²

W: 地覆外縁間距離 = 11.2m
H: 平均桁下高さ = 10.0m
L: 1セット当り施工延長 = 121.0m

$$V = (W+2) \times H \times L$$

$$= 15,972 \text{ 空m}^3$$
$$A = (W + 3) \times L$$

$$= 1718.2 \text{ m}^2$$
$$P = (2.81 \times d + 0.4) \times W/W_1 \times 9.80665$$

$$= 38.31 \text{ kN/m}^2$$

11.2m

10.0m

121.0m

0.6m

11.2m

6.3m

3) モデル橋⑤3径間連続PC箱桁橋(塩害部MM橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)～12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費	橋体工		式	1		198,957,000	内訳 1 号表
	支承工		"	1		37,224,000	内訳 2 号表
	支保工		"	1		48,742,000	内訳 3 号表
	橋面工		"・	1		29,770,000	内訳 4 号表
	直接工事費計					314,693,000	
間接工事費	間接工事費計					76,474,000	
工事原価						391,167,000	
一般管理費			式	1		37,160,000	
工事価格						428,327,000	

支承工: 移動制限装置(アンカーバー)含まず
支保工: 支保工基礎は考慮していない。基礎用鋼材としてシートパイルを想定

高度な施工を考慮= 工事価格 × 1.06
= 428,327,000 × 1.06
= 454,000 千円

内訳 1 号表

橋体工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
コンクリート工	早強	m ³	866.8	83,158	72,081,354	
鉄筋工		t	121.4	258,275	31,342,187	
PCケーブル工(主ケーブル)	2900kN(290t)型	m	2426.7	13,950	33,852,465	
PCケーブル工(横締め)	570kN(60t)型	m	2710.4	4,039	10,947,305	
主ケーブル緊張工(片引き)	2900kN(290t)型	ケーブル	20	272,088	5,441,760	
主ケーブル緊張工(接続部片引き)	2900kN(290t)型	箇所	60	153,628	9,217,680	
主ケーブル接続工	2900kN(290t)型	箇所	40	321,311	12,852,440	
横締め緊張工(片引き)	570kN(60t)型	ケーブル	242	18,502	4,477,484	
機械器具損料		式	1		207,000	
表面被覆工		m ²	1853.7	10,000	18,537,000	
諸雑費		式	1		325	
計					198,957,000	

内訳 2 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(タイプB)	橋台3435kN	個	4	2,300,000	9,200,000	
	橋脚6870kN	〃	4	5,500,000	22,000,000	
アンカーバー		組			0	
落橋防止装置	SEEE-F200TD	〃	12	413,600	4,963,200	
ゴム支承据付工		個	8	128,300	1,026,400	
落橋防止装置据付		組	12	2,810	33,720	
諸雑費		式	1		680	
計					37,224,000	

内訳 3 号表

枠組支保工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
支保工基礎工		式	一			
基礎鋼材設置撤去工		m ²	1718.2	2,981	5,121,954	
支保工		空m ³	15,972	2,731	43,619,532	
諸雑費		式	1		514	
計					48,742,000	

内訳 4 号表

橋面工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		5,888,000	
縁石工		m	121.5	3,365	408,848	
高欄工	铸铁製	m	243	30,000	7,290,000	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		8,446,000	
排水工		箇所	14	70,000	980,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	909.0	1,985	1,804,365	
舗装工	車道	〃	908.8	2,467	2,242,059	
	歩道	〃	339.2	1,018	345,334	
	歩道コンクリート	m ³	118.7	17,049	2,024,501	
諸雑費		〃	1		894	
計					29,770,000	

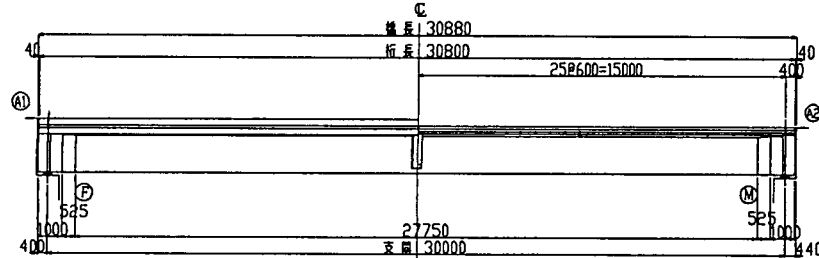
(9)モデル橋梁⑥ポストテンション単純T桁橋

(海岸部標準橋)

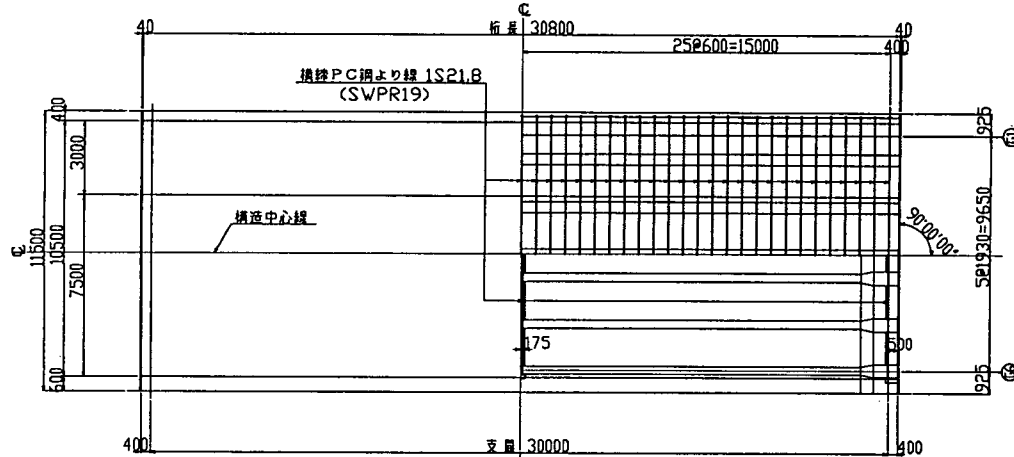
1) 構造一般図

構造一般図

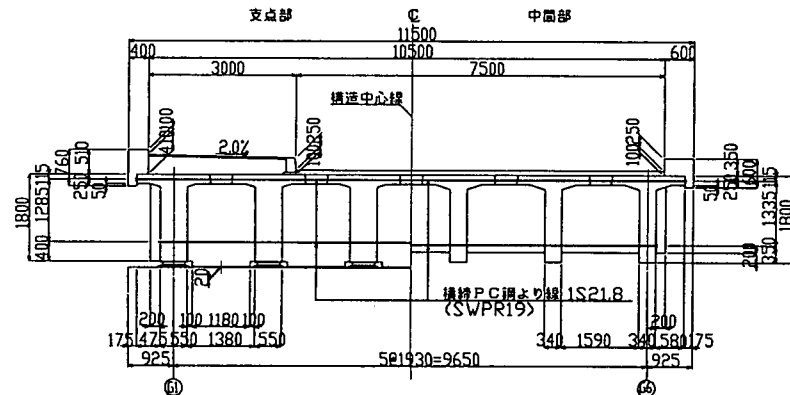
側面図 S=1:100



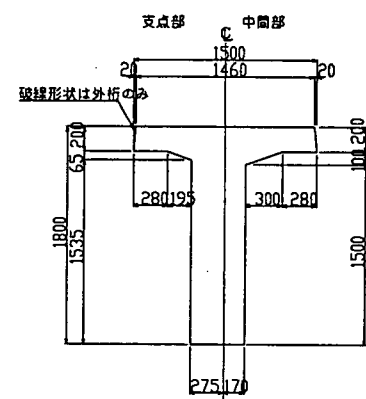
側面図 S=1:100



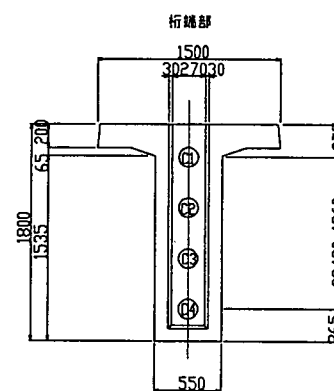
断面図 S=1:50



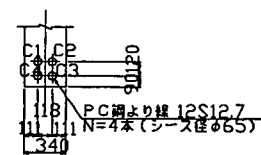
主桁形状図 S=1:20



PC鋼材配置図 S=1:20



中央部



設計条件

項目	プレストレストコンクリート道路橋
形式	ポストテンション方式PC単純T桁橋
構造	B断面型
橋長	30.880 m
桁長	30.800 m
支間	30.000 m
全幅員	11.500 m
有効幅員	10.500 m
傾角	90° 00' 00"

モデルケース⑥(海岸部)ポストテンション単純PCT桁

要素技術項目	標準橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm
鉄筋	スカープのみ ϕ 鉄筋
かぶり	35mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース
シース管(床版部)	鋼製シース
PC鋼材	普通PC鋼材
コンクリート塗装	無し
舗装工	普通アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	従来型管理

単位: [mm]

2)概算工費算出用数量

主桁製作工					1本当り	全橋(6主桁)	摘 要	横組工					橋面工					単位	1.0m当り数量	全橋当り	摘 要	
コンクリート	$\sigma_{ck}=40\text{N}/\text{mm}^2$	m^3	28.5	171				コンクリート	$\sigma_{ck}=30\text{N}/\text{mm}^2$	m^3	29.5			地覆コンクリート	$\sigma_{ck}=21\text{N}/\text{mm}^2$	m^3	0.413	12.8				
型枠	側枠, 妻枠 底枠	m^2 m	149.9 31.8	899.4 190.8				型枠		m^2	143.5			型枠		m^2	1.727	53.3				
鉄筋	SD295(D13~D19)	t	0.751	4.506				鉄筋	SD295(D13~D19)	t	0.828			鉄筋	SD295(D13~D19)	t	0.033	1.02				
鉄筋(エポキシ)	SD295(D13~D19)	t	2.335	14.01				鉄筋(エポキシ)	SD295(D13~D19)	t	1.236			高欄		m	2	61.8				
PC鋼材	12S12.7B	kg	1132.9	6797.4				PC鋼材	1S21.8	kg	1539			縁石工		m	1	30.9				
シー	主桁用 $\phi 65$ 横締め用	m m	122 79.8	732 478.8				シー		m	146.7			伸縮継手(車道用)		m		15				
定着装置	12S12.7B	組	8	48				定着装置	1S21.8用	組	112			伸縮継手(歩道用)		m		5.6				
	無収縮モルタル	m^3	0.2	1.2				養生工		m^2	72.4			排水工		箇所		2				
主桁本数	71.25 t/本	本	6	427.5			足場工						親柱		箇所		4					
主桁製作台	31.8 m/本	基	2	63.6									舗装(車道部)	t=100mm	m^2	7.48	231.0					
門型クレーン軌道工		m		90									舗装(歩道部)	t=30mm	m^2	2.792	86.2					
仮置き工		本		4									歩道部コンクリート		m^3	0.98	30.2					
主桁架設工					単位		摘 要	支承工					橋面防水					m^2	7.48	231.0		
主桁本数	71.25 t/本	本	6	427.5			ゴム支承	固定		箇所	6											
軌道工	31.8	m		150				可動		箇所	6											
アンカー工		箇所		4																		

架設機械供用日数

供用日数係数	2.1
架設工	7.6 日
架設機械組立解体	14.5 日
架設機械移動工	0 日
計	22.1 日

$$\begin{aligned} \text{架設機械供用日数} &= 22.1 \times 2.1 \\ &= 47 \text{ 日} \end{aligned}$$

3) モデル橋⑥ポステンション単純T桁橋(塩害部標準橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)~12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費 橋体工	主桁製作工		式	1		22,466,000	内訳 1 号表
	主桁架設工		〃	1		12,691,000	内訳 2 号表
	横組工		〃	1		7,621,000	内訳 3 号表
	支承工		〃	1		1,597,000	内訳 4 号表
	計					44,375,000	
	橋面工		式	1		6,285,000	内訳 5 号表
	直接工事費計					50,660,000	
	間接工事費						
	間接工事費計					15,969,000	
工事原価						66,629,000	
一般管理費			式	1		7,649,000	
工事価格						74,278,000	

内訳 1 号表

主桁製作工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
鉄筋工(普通鉄筋)		t	4.51	174,975	788,437	
鉄筋工(エボキシ鉄筋)		t	14.01	257,650	3,609,676	
PCケーブル工	2200kN(225t)型	m	732.0	6,381	4,670,892	
コンクリート工	早強	m ³	171.0	38,015	6,500,565	
緊張工	2200kN(225t)型	ケーブル	24	65,306	1,567,344	
無収縮モルタル		m ³	1.2	260,718	312,861	
仮置工		本	0	135,950	0	
機械器具損料		式	1		3,829,300	
主桁製作台工	鋼製	m	63.6	7,395	470,322	
主桁製作台整正工		本	4	19,700	78,800	
門型クレーン工		基	1	211,990	211,990	
軌道工		m	90.0	4,722	424,980	
諸雑費		式	1		833	
計					22,466,000	

内訳 2 号表

架設桁架設工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
主桁架設工		t	427.5	4,816	2,058,840	
架設機械据付解体工		式	1		4,379,450	
架設機械移動工		回	0	686,000	0	
軌道工		m	150	4,722	708,300	
機械器具費		式	1		5,332,065	
アンカー工		ヶ所	4	50,465	201,860	
電力料金		式	1		9,771	
諸雑費		〃	1		714	
計					12,691,000	

内訳 3 号表

横組工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
型枠工		m ²	143.5	11,696	1,678,376	
鉄筋工		t	0.828	140,189	116,076	
鉄筋工(エポキシ)		t	1.236	223,025	275,659	
コンクリート工		m ³	29.5	27,320	805,940	
横締工		式	1		1,990,683	
緊張工		ケーブル	56	6,329	354,424	
足場工		式	1		2,279,266	
機械器具損料		〃	1		119,706	
諸雑費		〃	1		870	
計					7,621,000	

内訳 4 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(固定側)		個	6	46,020	276,120	
ゴム支承(可動側)		〃	6	95,260	571,560	
落橋防止装置(固定側)	φ 65	組	5	32,100	160,500	
落橋防止装置(可動側)	φ 65	〃	5	70,900	354,500	
ゴム支承据付工		個	12	19,452	233,424	
諸雑費		式	1		896	
計					1,597,000	

内訳 5 号表

橋面工内訳

(1式当り)

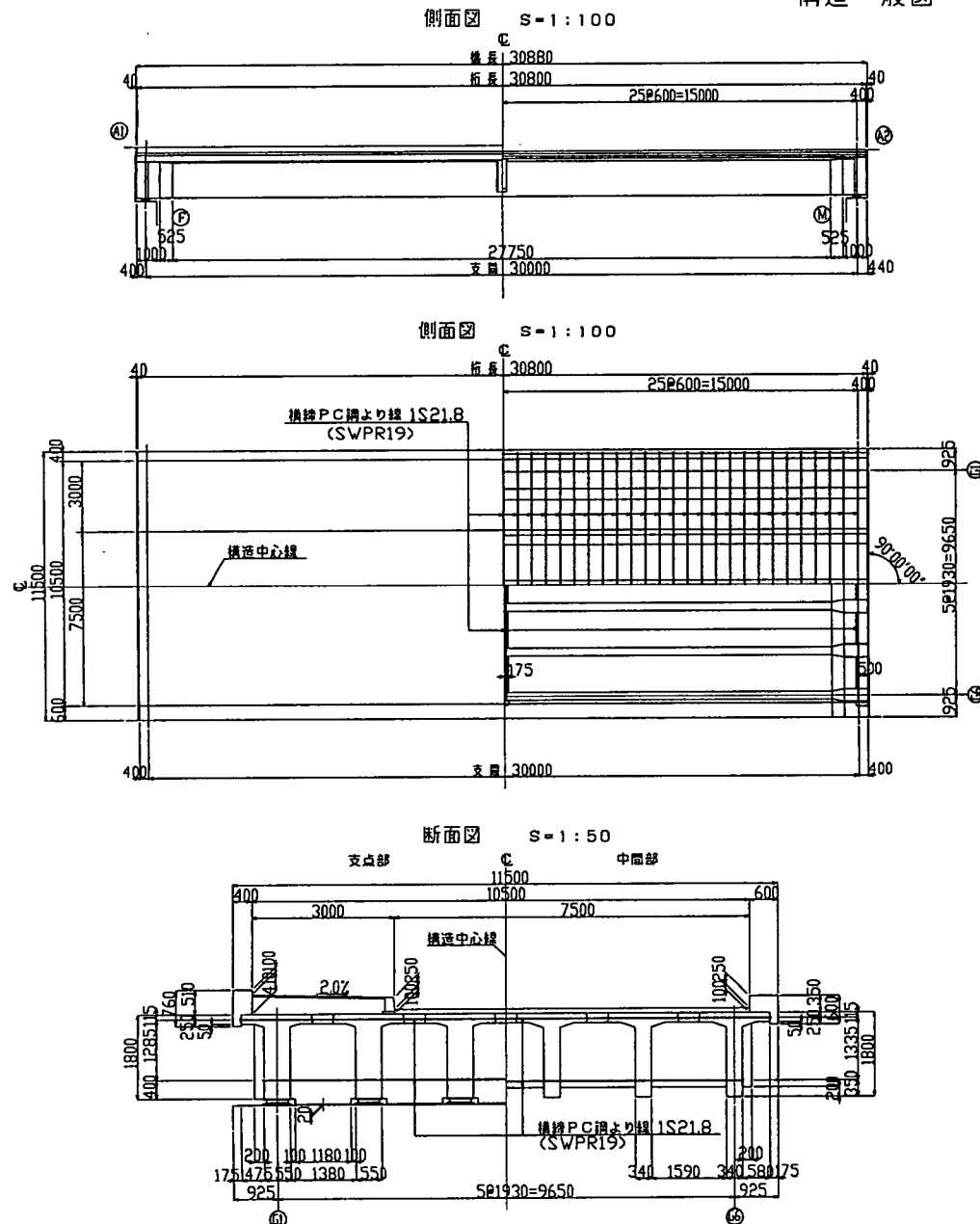
名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		719,000	
縁石工		m	30.9	3,365	103,911	
高欄工	鋳鉄製	m	61.76	30,000	1,852,800	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		1,610,000	
排水工		箇所	2	70,000	140,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	231.0	1,985	458,500	
舗装工	車道	〃	231.0	2,040	471,204	
	歩道	〃	86.2	866	74,664	
	歩道コンクリート	m ³	30.2	17,049	514,540	
諸雑費		〃	1		381	
計					6,285,000	

(10)モデル橋梁⑥ポストテンション単純T桁橋

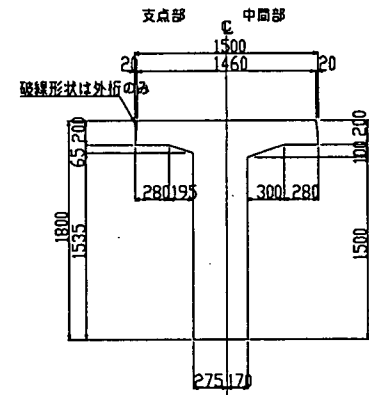
(海岸部MM橋)

1) 構造一般図

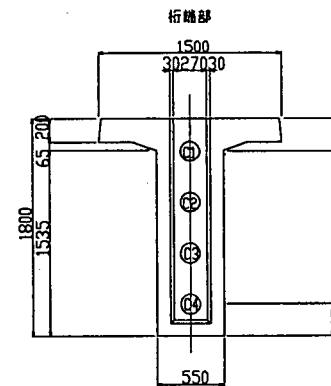
構造一般図



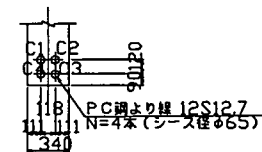
主桁形状図 S=1:20



PC鋼材配置図 S=1:20



中央部



設計条件

種別	プレストレストコンクリート道路橋
形式	ポストテンション方式PC単軸T桁橋
質量	B橋質量
橋長	30,880 m
桁長	30,800 m
支間	30,000 m
全幅員	11,500 m
有効幅員	10,500 m
斜角	90° 00' 00"

モデルケース⑥(海岸部)ポストテンション単軸PCT桁

要素技術項目	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランブ	12cm
鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	35mm
シーす管(主桁ウェブ、横桁部)	ポリエチレンシーす
シーす管(床版部)	ポリエチレンシーす
PC鋼材	エポキシ塗装鋼材
コンクリート塗装	有り
舗装工	改質アスファルト
橋面防水工	有り
支承工	ゴム支承
伸縮装置工	耐久性向上型
施工管理	高度な管理

単位:[mm]

2) 概算工費算出用数量

主桁製作工		1本当り	全橋(6主桁)	摘 要	横組工		単位	数 量	摘 要	橋面工		単位	1.0m当り数量	全橋当り	摘 要
コンクリート $\sigma_{ck}=50N/mm^2$	m^3	28.5	171		コンクリート $\sigma_{ck}=40N/mm^2$	m^3	29.5			地覆コンクリート $\sigma_{ck}=21N/mm^2$	m^3	0.413	12.8		
型枠 側枠, 妻枠 底枠	m^2 m	149.9 31.8	899.4 190.8		型枠	m^2	143.5			型枠	m^2	1.727	53.3		
鉄筋 SD295(D13~D19)	t	0.751	4.506		鉄筋	SD295(D13~D19)	t	0.828		鉄筋	SD295(D13~D19)	t	0.033	1.02	
鉄筋(エボキシ) SD295(D13~D19)	t	2.335	14.01		鉄筋(エボキシ)	SD295(D13~D19)	t	1.236		高欄		m	2	61.8	
PC鋼材 12S12.7B	kg	1132.9	6797.4		PC鋼材(エボキシ)	1S21.8	kg	1539		縁石工		m	1	30.9	
シース 主桁用 $\phi 65$ 横締め用	m m	122 79.8	732 478.8		シース		m	146.7		伸縮継手(車道用)		m		15	
定着装置 12S12.7B	組	8	48		定着装置	1S21.8用	組	112		伸縮継手(歩道用)		m		5.6	
無収縮モルタル	m^3	0.2	1.2		養生工		m^2	72.4		排水工		箇所		2	
主桁本数 71.25 t/本	本	6	427.5							親柱		箇所		4	
主桁製作台 31.8 m/本	基	2	63.6							舗装(車道部) $t=100mm$	m^2	7.48	231.0		
門型クレーン軌道工	m		90		足場工					舗装(歩道部) $t=30mm$	m^2	2.792	86.2		
仮置き工	本		4							歩道部コンクリート	m^3	0.98	30.2		
主桁架設工	単位			摘 要	支承工					歩道部型枠	m^2	0.03	0.8		
主桁本数 71.25 t/本	本	6	427.5		ゴム支承	固定	箇所	6		橋面防水	m^2	7.48	231.0		
軌道工 31.8	m		150			可動	箇所	6							
アンカー工	箇所		4												

架設機械供用日数

供用日数係数	2.1
架設工	7.4 日
架設機械組立解体	14.5 日
架設機械移動工	0 日
計	21.9 日

架設機械供用日数 = 21.9 × 2.1 = 46 日

3) モデル橋⑥ポストテンション単純T桁橋(海岸部MM橋) 新設コスト

以下に示す工事費は、参考文献6)～12)を参考に本研究のLCC試算用に算出したものであり、あくまでも参考値である。

工事費総括表

項 目	名 称	規 格	単 位	数 量	単 価	金 額	備 考
直接工事費 橋体工	主桁製作工		式	1		28,643,000	内訳 1 号表
	主桁架設工		〃	1		12,691,000	内訳 2 号表
	横組工		〃	1		8,252,000	内訳 3 号表
	表面被覆工			1233.7	10,000	12,337,000	
	支承工		〃	1		1,597,000	内訳 4 号表
	計					63,520,000	
	橋面工		式	1		6,418,000	内訳 5 号表
	直接工事費計					69,938,000	
間接工事費	間接工事費計					21,000,000	
工事原価						90,938,000	
一般管理費			式	1		10,121,000	
工事価格						101059000	

$$\begin{aligned}
 & \text{高度な施工を考慮= 工事価格} \quad \times \quad 1.06 \\
 & \quad \quad \quad = \quad 101059000 \quad \times \quad 1.06 \\
 & \quad \quad \quad = \quad 107100 \text{ 千円}
 \end{aligned}$$

内訳 1 号表

主桁製作工

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
鉄筋工(普通鉄筋)		t	0.00	174,975	0	
鉄筋工(エボキン鉄筋)		t	18.52	257,650	4,770,647	
PCケーブル工	2200kN(225t)型	m	732.0	9,757	7,142,124	
コンクリート工	早強	m ³	171.0	43,472	7,433,712	
緊張工	2200kN(225t)型	ケーブル	24	165,326	3,967,824	
無収縮モルタル		m ³	1.2	260,718	312,861	
仮置工		本	0	135,950	0	
機械器具損料		式	1		3,829,300	
主桁製作台工	鋼製	m	63.6	7,395	470,322	
主桁製作台整正工		本	4	19,700	78,800	
門型クレーン工		基	1	211,990	211,990	
軌道工		m	90.0	4,722	424,980	
諸雑費		式	1		440	
計					28,643,000	

内訳 2 号表

架設桁架設工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
主桁架設工		t	427.5	4,816	2,058,840	
架設機械据付解体工		式	1		4,379,450	
架設機械移動工		回	0	686,000	0	
軌道工		m	150	4,722	708,300	
機械器具費		式	1		5,218,800	
アンカー工		ヶ所	4	50,465	201,860	
電力料金		式	1		9,685	
諸雑費		〃	1		65	
計					12,577,000	

内訳 3 号表

横組工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
型枠工		m ²	143.5	11,696	1,678,376	
鉄筋工		t		140,189	0	
鉄筋工(エボキシ)		t	2.064	223,025	460,324	
コンクリート工		m ³	29.5	29,972	884,174	
横締工		式	1		2,474,766	
緊張工		ケーブル	56	6,329	354,424	
足場工		式	1		2,279,266	
機械器具損料		〃	1		119,706	
諸雑費		〃	1		964	
計					8,252,000	

内訳 4 号表

支承工内訳表

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
ゴム支承(固定側)		個	6	46,020	276,120	
ゴム支承(可動側)		〃	6	95,260	571,560	
落橋防止装置(固定側)	φ 65	組	5	32,100	160,500	
落橋防止装置(可動側)	φ 65	〃	5	70,900	354,500	
ゴム支承据付工		個	12	19,452	233,424	
諸雑費		式	1		896	
計					1,597,000	

内訳 5 号表

橋面工内訳

(1式当り)

名 称	規 格	単位	数 量	単 価	金 額	備 考
地覆工		式	1		719,000	
縁石工		m	30.9	3,365	103,911	
高欄工	铸铁製	m	61.76	30,000	1,852,800	
伸縮装置工	ゴムジョイント	式	1		1,610,000	
排水工		箇所	2	70,000	140,000	
親柱工		箇所	4	85,000	340,000	
橋面防水工		m ²	231.0	1,985	458,500	
舗装工	車道	〃	231.0	2,556	590,391	
	歩道	〃	86.2	1,020	87,941	
	歩道コンクリート	m ³	30.2	17,049	514,540	
諸雑費		〃	1		917	
計					6,418,000	

2. MM橋要素技術単価

ミニマムメンテナンス橋要素技術単価表

単位:円

名 称	仕 様	単位	単 価(円)	材料単価	エキストラ	労 務
Eボキシ鉄筋	D13	t	96,500	26,500	70,000	普通作業員 0.5人工 加算
	D16		90,500	25,500	65,000	普通作業員 0.5人工 加算
	D19~D25		85,500	25,500	60,000	普通作業員 0.5人工 加算
	D29~D38		81,500	26,500	55,000	普通作業員 0.5人工 加算

名 称	仕 様	単位	単 価(円)	鋼材単価	FLO-BONDエキストラ	切断品
EボキシPC鋼材	12.4A	kg	524	257	237	30
	12.7B		530	263	237	30
	15.2A		468	264	174	30
	15.2B		480	276	174	30

名 称	仕 様	単位	単 価(円)
定着具(EボキシPC鋼材用)	15.2A	組	106,000

名 称	仕 様	単位	単 価(円)	鋼材単価	プレグラウトエキストラ	切断品
プレグラウトPC鋼材	1S19.3	kg	631	298	293	40
	1S21.8		625	303	282	40
	1S25.4		644	310	284	50
	1S28.6		658	320	288	50

名 称	仕 様	単位	単 価(円)
定着具(プレグラウトPC鋼材用)	1S19.3	組	3,160
	1S21.8		4,100
	1S25.4		8,500
	1S28.6		9,865

名 称	仕 様	本体5m/本	ジョイントス/個	定着部ス/個	排気口付ス/個	テープセット/個
ホリエチレンス	φ35	2,430	330	1,400		300
	φ38	2,650	360	1,500		300
	φ45	2,930	430	1,700		500
	φ55	4,130	530	2,000	1500	500
	φ65	4,630	630	2,300	1650	600
	φ70	5,200	680	2,450	1700	600
	φ75	5,780	730	2,600	1800	600
	φ80	6,500	780	2,750	1850	600

名 称	仕 様	単位	単 価(円)
透水型枠	t=65mm	m ²	3,810

名 称	仕 様	単位	単 価(円)
橋面防水	シート(塩ビ)	m ²	1,200

名 称	仕 様	単位	単 価(円)	備 考
人力はつり工	はつり深さ35mm(対象PCT, ホロー, 箱)	m ²	1,400	諸経費含む
WJはつり工	はつり深さ50mm(対象PCT桁橋)	m ²	55,200	施工規模1000m ² 以下で機械器具費, 諸経費含む 足場は設置済み(含まず)とする 使用水および鋼材防錆処理は別途計上とのこと 廃水は濁水およびPH調整のみ含む 発生ガラは集石までとし, 最終処理(産廃処理)費は別途計上のこと
	はつり深さ70mm(対象PC箱桁橋)		60,000	
鉄筋防錆		m ²	2,000	諸経費含む
断面修復	修復深さ35mm	m ²	40,000	諸経費含む
	修復深さ50mm		85,000	諸経費含む
	修復深さ70mm		130,000	諸経費含む
ひび割れ注入工	T桁橋間詰ひび割れ幅約0.5mm	m	9,000	諸経費含む
コンクリート表面被覆工	耐塩害被覆工(560μ)	m ²	13,000	諸経費含む
表面被覆塗り替え工		m ²	30,000	諸経費含む

名 称	仕 様	単位	単 価(円)
生コンクリート	H50-12-25 C/W=35% 単位水量140kg/m ³	m ³	20,150
	H40-8-25 C/W=35% 単位水量140kg/m ³		15,950

単位:円

名 称	仕 様	単位	工費(円)	橋軸1.0m当り	備 考
吊り足場工	ポストテンション単純T桁橋(L=30.88m)	式	2,051,527	66,500	足場工, 防護工含む
	中空床版橋(L=75m)		4,463,437	59,600	足場工, 防護工含む
	箱桁橋(L=121m)		8,038,695	66,500	足場工, 防護工含む
登り桟橋工	H=10m, 設置1箇所当り	箇所	227,800	—	

注) 上表に示す工費および単価については、本研究のLCC試算を行う為に設定したものであり、あくまでも参考値である。

3. 補修コスト

(1) 補修コスト（補修内容とコスト）

1) 本体工補修コスト

本研究では、本体工補修を下記の内容に設定し、各工種のコストは（社）P C建協へのヒアリング結果により設定を行った。

なお、補修工事の際には過去の事例より補修箇所が点在しているため、桁下全面足場を設置することとした。

【補修工法】

- ・劣化、損傷箇所の断面修復
（コンクリートはつり工、鉄筋防錆、コンクリート修復）
- ・外面塗装
（断面修復工後、桁外面全面塗装）
- ・後打ち床版打継目のひび割れ修復
（ひび割れ注入工）

【補修工単価】

上記、補修工に関する工事単価は表 I .1 の通りである。

表 I .1 補修工単価

名 称	仕 様	単 位	単 価	適 用
人力はつり工	はつり深さ35mm	m ²	1.4千円	
WJはつり工	はつり深さ50mm	m ²	55.2千円	
	はつり深さ70mm		60.千円	
鉄筋防錆		m ²	2.千円	
断面修復	修復深さ35mm	m ²	40.千円	はつり込み
	修復深さ50mm		85.千円	はつり込み
	修復深さ70mm		130.千円	はつり込み
ひび割れ注入工		m	9.千円	
コンクリート表面被覆工		m ²	13.千円	
表面被覆塗り替え工		m ²	38.千円	
足場工	ポスト対応	式	3191.千円	上り栈橋含む
	箱桁対応		11891.9千円	上り栈橋含む
	中空床版橋対応		6567.5千円	上り栈橋含む

【補修工費】

			桁補修深度	桁表面積	補修面積比	桁補修面積	目地補修延長比		目地補修延長	鉄筋防錆	断面修復	表面被覆工	ひび割れ注入	足場工	補修費合計(千円)
山間部	モデル橋① 3径間連続 PC箱桁橋	従来橋	35mm	1357㎡	20%	271㎡				(2)	(40)	(13)		11891.9	40,900
										542.84	10856.8	17642.3			
		MM橋	50mm	1357㎡	10%	136㎡				(2)	(85)	(13)		9513.5	39,000
	モデル橋② ポストテンショ ン単純T桁橋	従来橋	35mm	904㎡	20%	181㎡	20%	61.6		(2)	(40)	(13)	(9)	3191.0	23,100
										361.48	7229.6	11748.1	554.4		
		MM橋	35mm	904㎡	5%	45㎡	10%	30.8		(2)	(40)	(13)	(9)	2552.8	16,500
									90.37	1807.4	11748.1	277.2			
都市部	モデル橋③ ポストテンショ ン単純T桁橋	従来橋	35mm	904㎡	20%	181㎡	20%	61.6		(2)	(40)	(13)	(9)	3191.0	23,100
										361.48	7229.6	11748.1	554.4		
		MM橋	35mm	904㎡	5%	45㎡	10%	30.8		(2)	(40)	(13)	(9)	2552.8	16,500
										90.37	1807.4	11748.1	277.2		
	モデル橋④ PC3径間連 続中空床版橋	従来橋	35mm	863㎡	20%	173㎡				(2)	(40)	(13)		6567.5	25,000
											345.08	6901.6		11215.1	
MM橋		50mm	863㎡	10%	86㎡				(2)	(85)	(13)	5254.0		24,000	
									172.54	7332.95	11215.1				
海岸部 飛沫帯	モデル橋⑤ 3径間連続 PC箱桁橋	従来橋	70mm	1357㎡	100%	1357㎡				(2)	(130)	(13)		11891.9	208,700
										2714.2	17642.3	17642.3			
		MM橋	35mm	1357㎡	5%	68㎡				(2)	(40)	(38)		9513.5	63,900
	モデル橋⑥ ポストテンショ ン単純T桁橋	従来橋	35mm	941㎡	100%	941㎡	20%	61.6		(2)	(40)	(13)	(9)	3191.0	55,500
										1881.4	37628	12229.1	554.4		
		MM橋	35mm	941㎡	5%	45㎡	10%	30.8		(2)	(40)	(38)	(9)	2552.8	39,100
									90.37	1807.4	34340.6	277.2			

注):表中の()内の値は、工事単価(千円/㎡)である。

:補修時の足場工は全面足場として考慮。

2) 付属物補修コスト

【伸縮装置工】

伸縮装置の更新の際には、新設時と同じタイプの伸縮装置を設置すると考え、製品単価を設定。施工単価については、「建設物価 土木コスト情報 (2000-1)」を参考に設定した更新コストは表 I.3 に示す通りである。

表 I.3 伸縮装置更新コスト

	橋梁形式	補修サイクル (年)	補修工費 (千円)	製品単価 (千円/m)	施工単価 (千円/m)
山間部	ポストテンション単純T桁橋	30	5,300	45	109
	3径間連続PC箱桁橋		16,800	378	109
	PC3径間連続中空床版橋		9,500	167	109
都市部	ポストテンション単純T桁橋	30	5,300	45	109
	3径間連続PC箱桁橋		16,800	378	109
	PC3径間連続中空床版橋		9,500	167	109
スーパー海岸部	ポストテンション単純T桁橋	30	5,300	45	109
	3径間連続PC箱桁橋		16,800	378	109
	PC3径間連続中空床版橋		9,500	167	109

補修工費: 諸経費込み(50%) (製品単価+施工単価) × 11.5m × 1.50 × 2

製品単価: 新設橋の積算資料の1橋当たりの平均単価

施工単価: 「建設物価 土木コスト情報 (2000-1)」の補修工費を参考。

【舗装工】

舗装補修工については、「土研資料 ミニマムメンテナンス橋に関する検討」を参考に補修コストを設定。設定した補修コストは表 I.4 に示す通りである。

なお、標準橋は普通アスファルト、MM橋は改質アスファルトを想定。

表 I.4 舗装補修工費

	橋梁形式	タイプ	補修サイクル (年)	補修工費 (千円)	補修単価 (千円/m ²)
山間部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	15	1900	5.76
		MM橋	20	2300	6.82
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	15	7400	5.76
		MM橋	20	8700	6.82
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	15	4600	5.76
		MM橋	20	5400	6.82
都市部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	10	1900	5.76
		MM橋	15	2300	6.82
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	10	7400	5.76
		MM橋	15	8700	6.82
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	10	4600	5.76
		MM橋	15	5400	6.82
スーパー海岸部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	15	1900	5.76
		MM橋	20	2300	6.82
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	15	7400	5.76
		MM橋	20	8700	6.82
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	15	4600	5.76
		MM橋	20	5400	6.82

補修単価: 土木研究所資料「ミニマムメンテナンス橋に関する検討」を参考。

補修工費: 補修単価 × 有効幅員 × 桁長

【床版防水工】

床版防水工については、「土研資料 ミニマムメンテナンス橋に関する検討」を参考に補修コストを設定。設定した補修コストは表 I.5 に示す通りである。

表 I.5 床版防水工補修コスト

	橋梁形式	タイプ	補修サイクル (年)	補修工費 (千円)	補修単価 (千円/m ²)
山間部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	15	800	2.5
		MM橋	20	800	
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	15	3200	
		MM橋	20	3200	
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	15	2000	
		MM橋	20	2000	
都市部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	10	800	
		MM橋	15	800	
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	10	3200	
		MM橋	15	3200	
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	10	2000	
		MM橋	15	2000	
スーパー海岸部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	15	800	
		MM橋	20	800	
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	15	3200	
		MM橋	20	3200	
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	15	2000	
		MM橋	20	2000	

補修単価：土木研究所資料「ミニマムメンテナンス橋に関する検討」を参考。

補修工費：補修単価 × 有効幅員 × 桁長

3) 橋梁点検コスト

橋梁点検コストは、10年に一度の定期点検を基本にヒアリングにより、コストを設定。また、補修工事直前では、詳細点検を考慮することとした。

設定した定期点検コストは、表 I.6 の通りである。

表 I.6 橋梁点検コスト

	橋梁形式	タイプ	点検サイクル (年)	定期点検工費 (千円)	詳細点検工費 (千円)
山間部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	10	1,000	1200
		MM橋	10	1,000	1200
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	10	4,000	4800
		MM橋	10	4,000	4800
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	10	2,500	3000
		MM橋	10	2,500	3000
都市部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	10	1,000	1200
		MM橋	10	1,000	1200
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	10	4,000	4800
		MM橋	10	4,000	4800
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	10	2,500	3000
		MM橋	10	2,500	3000
スーパー海岸部	ポストテンション単純T桁橋	標準橋	10	1,000	1200
		MM橋	10	1,000	1200
	3径間連続PC箱桁橋	標準橋	10	4,000	4800
		MM橋	10	4,000	4800
	PC3径間連続中空床版橋	標準橋	10	2,500	3000
		MM橋	10	2,500	3000

定期点検費用:ポステンT桁橋の費用を1000千円とし、その他の型式については、スパン比率により設定。

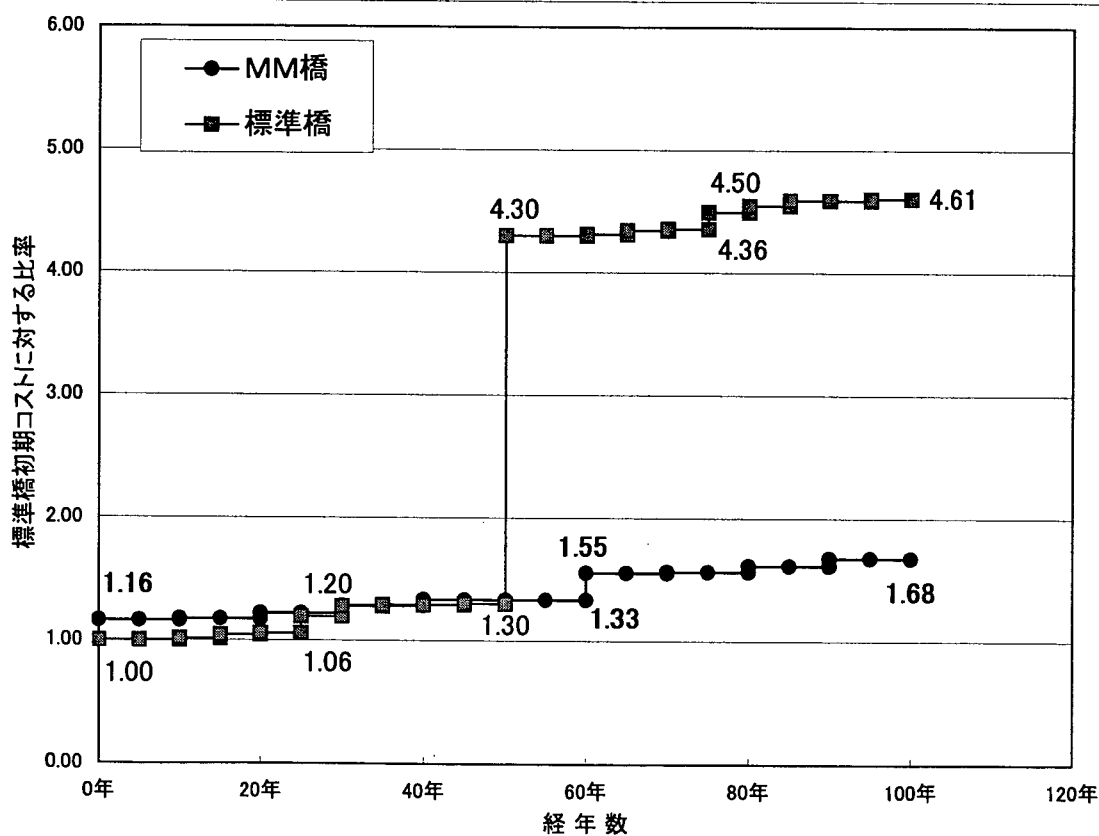
詳細点検費用:コア抜き、中性化試験、塩分試験、圧縮試験等を考慮し、定期点検の1.2倍を想定。

Ⅱ．モデル橋のLCC試算

モデルケース①(山間部)3径間連続PC箱桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	同左
かぶり	35mm	50mm
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	同左
シース管(床版部)	鋼製シース	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

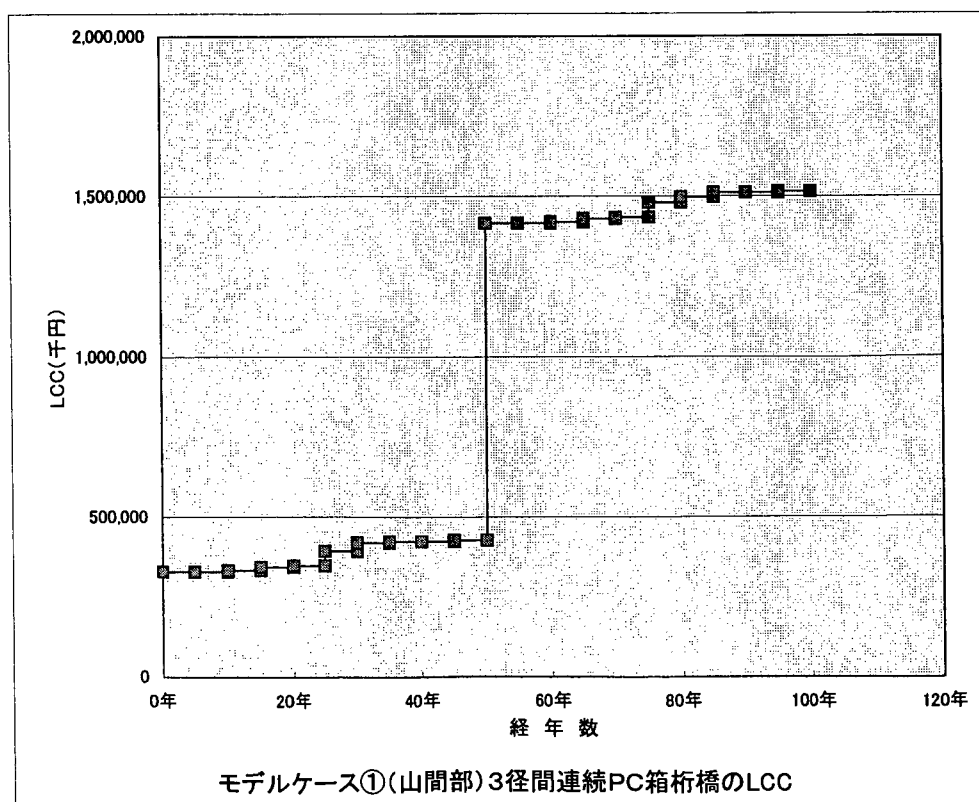
初期コスト	328,900千円	381,900千円
-------	-----------	-----------



モデルケース①(山間部)3径間連続PC箱桁橋のLCC

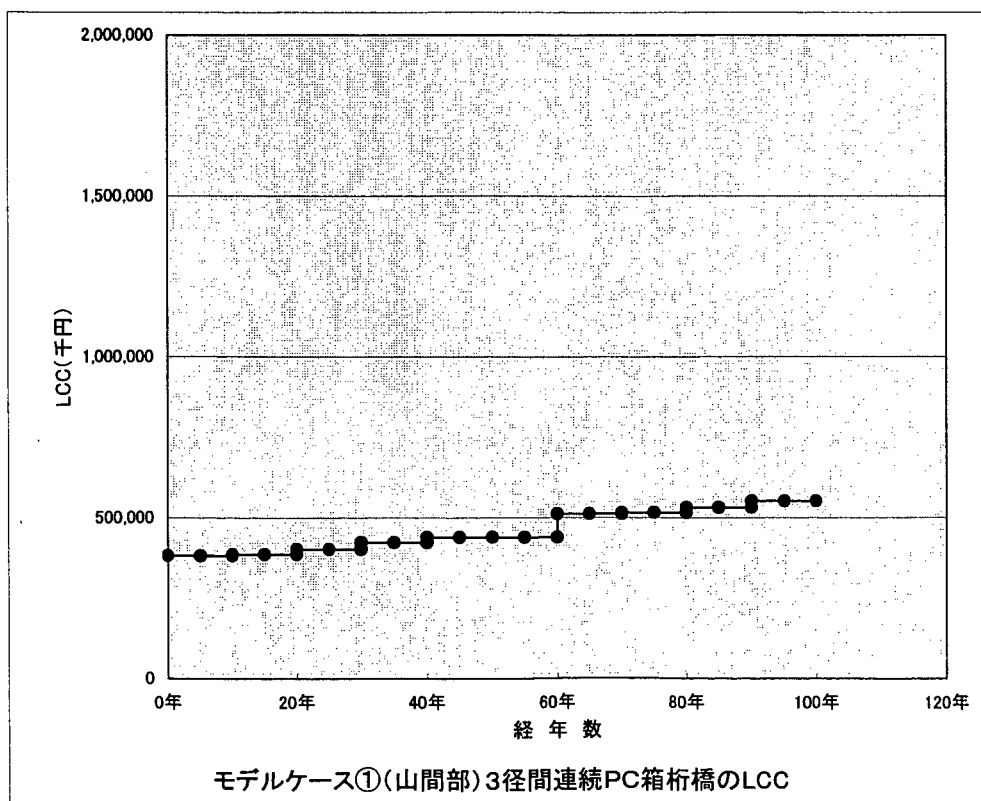
モデルケース① 標準橋
山間部 3径間連続PC箱桁橋

経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	328,900	-	-	-	-	-	-	-
5年	328,900							
5年	328,900							
10年	328,900							
10年	332,900							4,000
15年	332,900							
15年	343,500					7,400	3,200	
20年	343,500							
20年	347,500							4,000
25年	347,500							
25年	393,200		40,900					4,800
30年	393,200							
30年	420,600				16,800	7,400	3,200	
35年	420,600							
35年	424,600							4,000
40年	424,600							
40年	424,600							
45年	424,600							
45年	428,600							4,000
50年	428,600							
50年	1,415,300	986,700						
55年	1,415,300							
55年	1,415,300							
60年	1,415,300							
60年	1,419,300							4,000
65年	1,419,300							
65年	1,429,900					7,400	3,200	
70年	1,429,900							
70年	1,433,900							4,000
75年	1,433,900							
75年	1,479,600		40,900					4,800
80年	1,479,600							
80年	1,496,400				16,800			
85年	1,496,400							
85年	1,511,000					7,400	3,200	4,000
90年	1,511,000							
90年	1,511,000							
95年	1,511,000							
95年	1,515,000							4,000
100年	1,515,000							



モデルケース① MM橋
山間部 3径間連続PC箱桁橋

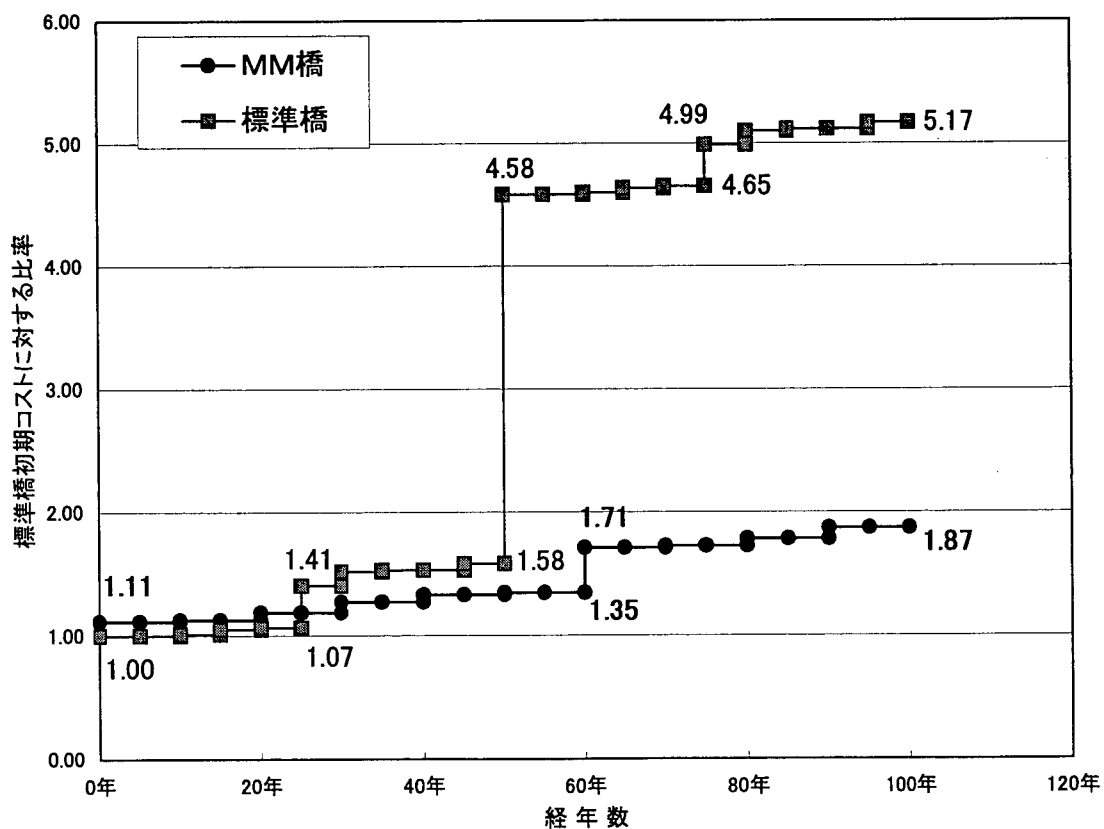
経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	381,900	-	-	-	-	-	-	-
5年	381,900							
5年	381,900							
10年	381,900							
10年	385,900							4,000
15年	385,900							
15年	385,900							
20年	385,900							
20年	401,800					8,700	3,200	4,000
25年	401,800							
25年	401,800							
30年	401,800							
30年	422,600				16,800			4,000
35年	422,600							
35年	422,600							
40年	422,600							
40年	438,500					8,700	3,200	4,000
45年	438,500							
45年	438,500							
50年	438,500							
50年	438,500							
55年	438,500							
55年	438,500							
60年	438,500							
60年	511,000		39,000		16,800	8,700	3,200	4,800
65年	511,000							
65年	511,000							
70年	511,000							
70年	515,000							4,000
75年	515,000							
75年	515,000							
80年	515,000							
80年	530,900					8,700	3,200	4,000
85年	530,900							
85年	530,900							
90年	530,900							
90年	551,700				16,800			4,000
95年	551,700							
95年	551,700							
100年	551,700							



モデルケース②(山間部)ポストテンション方式単純PCT桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	スターラップのみEP鉄筋
かぶり	35mm	同左
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	同左
シース管(床版部)	鋼製シース	ポリエチレンシース
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

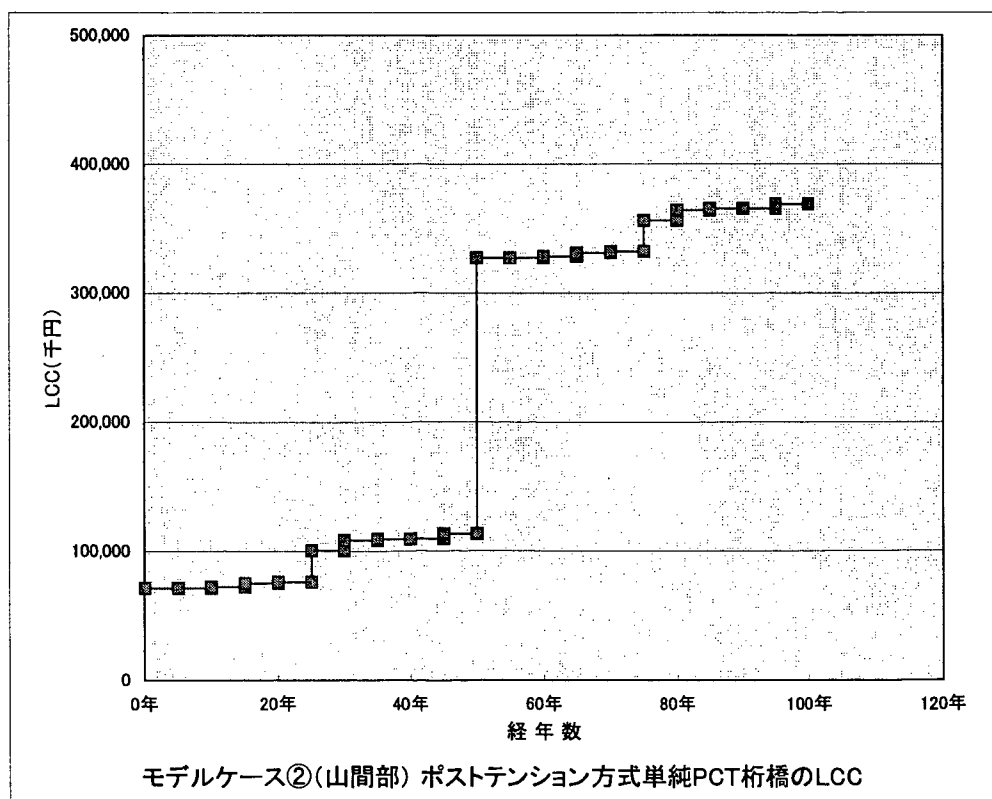
初期コスト	71,400千円	79,600千円
-------	----------	----------



モデルケース②(山間部)ポストテンション方式単純PCT桁橋のLCC

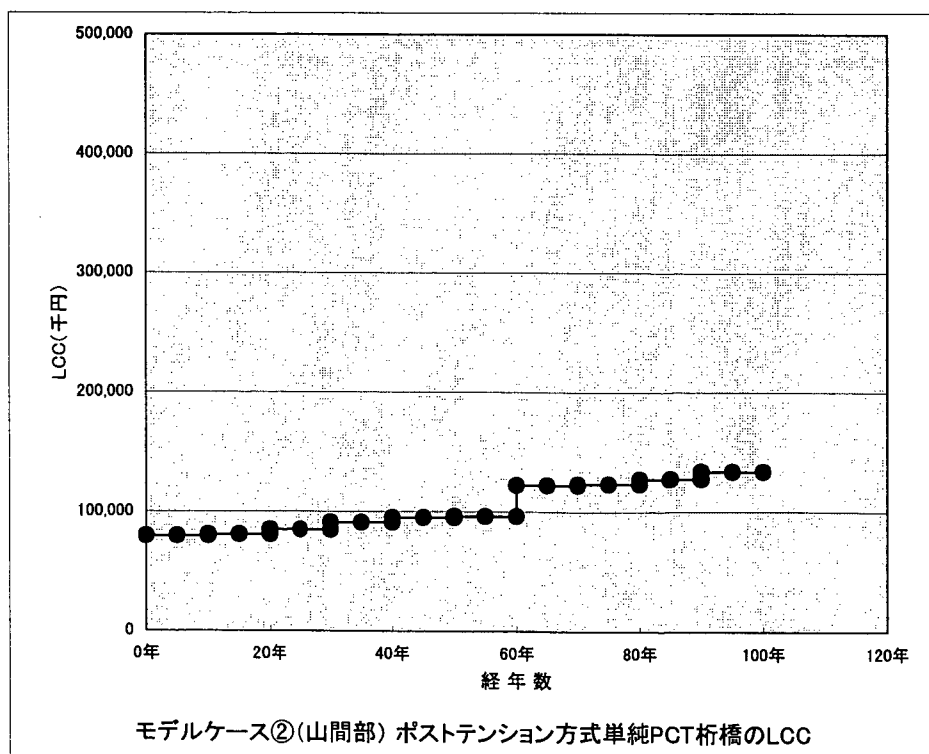
モデルケース② 標準橋
山間部 ポストテンション方式単純PCT桁橋

経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	71,400	-	-	-	-	-	-	-
5年	71,400							
5年	71,400							
10年	71,400							
10年	72,400							1,000
15年	72,400							
15年	75,100					1,900	800	
20年	75,100							
20年	76,100							1,000
25年	76,100							
25年	100,400		23,100					1,200
30年	100,400							
30年	108,400				5,300	1,900	800	
35年	108,400							
35年	109,400							1,000
40年	109,400							
40年	109,400							
45年	109,400							
45年	113,100					1,900	800	1,000
50年	113,100							
50年	327,300	214,200						
55年	327,300							
55年	327,300							
60年	327,300							
60年	328,300							1,000
65年	328,300							
65年	331,000					1,900	800	
70年	331,000							
70年	332,000							1,000
75年	332,000							
75年	356,300		23,100					1,200
80年	356,300							
80年	364,300				5,300	1,900	800	
85年	364,300							
85年	365,300							1,000
90年	365,300							
90年	365,300							
95年	365,300							
95年	369,000					1,900	800	1,000
100年	369,000							



モデルケース② MM橋
山間部 ポストテンション方式単純PCT桁橋

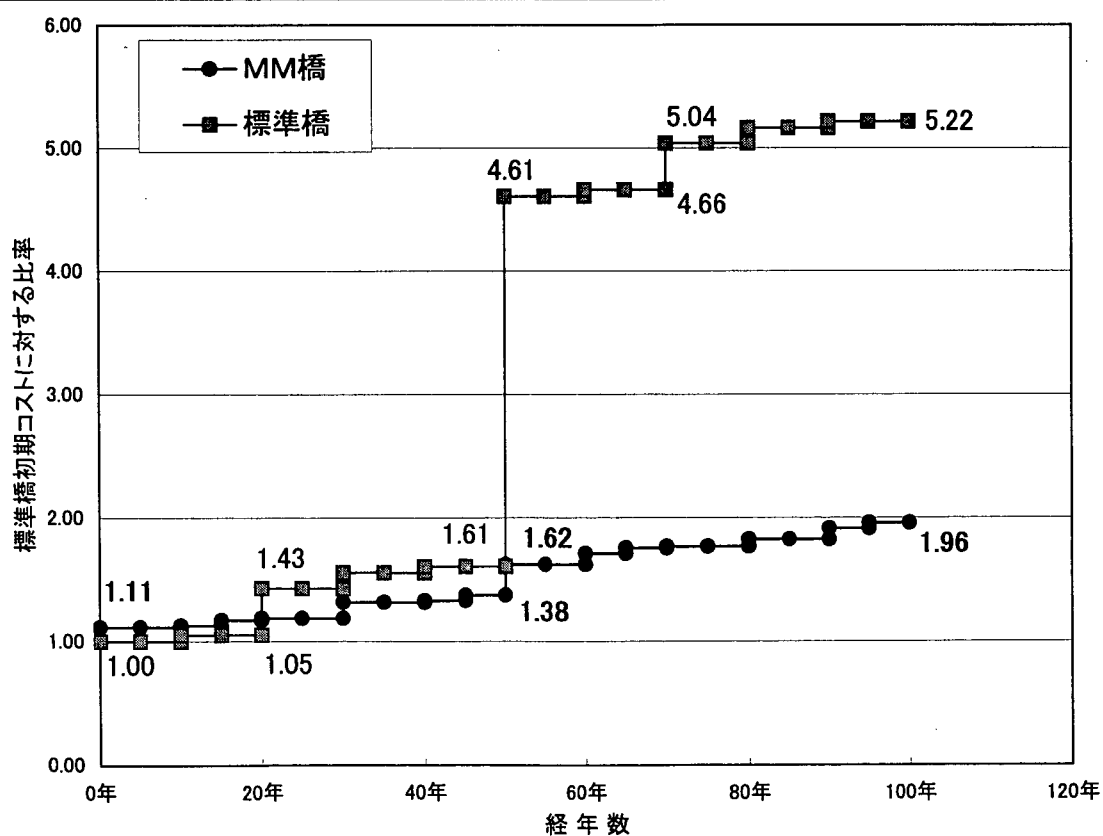
経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	79,600	-	-	-	-	-	-	-
5年	79,600							
5年	79,600							
10年	79,600							
10年	80,600							1,000
15年	80,600							
15年	80,600							
20年	80,600							
20年	84,700					2,300	800	1,000
25年	84,700							
25年	84,700							
30年	84,700							
30年	91,000				5,300			1,000
35年	91,000							
35年	91,000							
40年	91,000							
40年	95,100					2,300	800	1,000
45年	95,100							
45年	95,100							
50年	95,100							
50年	96,100							1,000
55年	96,100							
55年	96,100							
60年	96,100							
60年	122,200		16,500		5,300	2,300	800	1,200
65年	122,200							
65年	122,200							
70年	122,200							
70年	123,200							1,000
75年	123,200							
75年	123,200							
80年	123,200							
80年	127,300					2,300	800	1,000
85年	127,300							
85年	127,300							
90年	127,300							
90年	133,600				5,300			1,000
95年	133,600							
95年	133,600							
100年	133,600							



モデルケース③(都市部)ポストテンション方式単純PCT桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	35mm	同左
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	同左
シース管(床版部)	鋼製シース	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

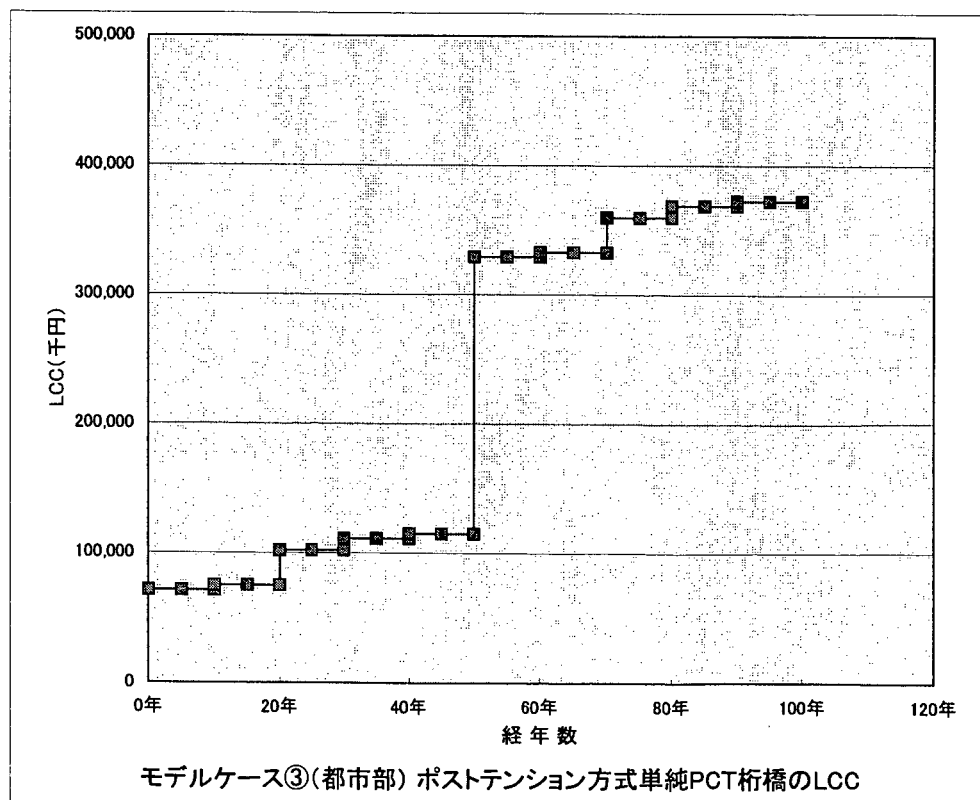
初期コスト	71,400千円	79,600千円
-------	----------	----------



モデルケース③(都市部)ポストテンション方式単純PCT桁橋

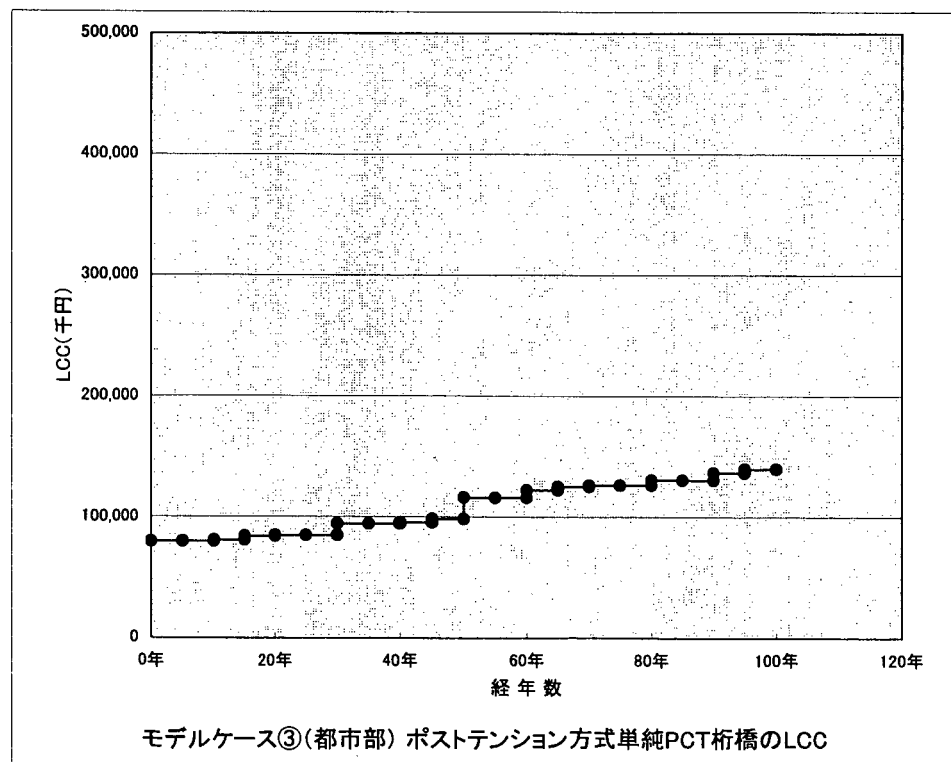
モデルケース③ 標準橋
都市部 ポストテンション方式単純PCT桁橋

経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	71,400	-	-	-	-	-	-	-
5年	71,400							
5年	71,400							
10年	71,400							
10年	75,100					1,900	800	1,000
15年	75,100							
15年	75,100							
20年	75,100							
20年	102,100		23,100			1,900	800	1,200
25年	102,100							
25年	102,100							
30年	102,100							
30年	111,100				5,300	1,900	800	1,000
35年	111,100							
35年	111,100							
40年	111,100							
40年	114,800					1,900	800	1,000
45年	114,800							
45年	114,800							
50年	114,800							
50年	329,000	214,200						
55年	329,000							
55年	329,000							
60年	329,000							
60年	332,700					1,900	800	1,000
65年	332,700							
65年	332,700							
70年	332,700							
70年	359,700		23,100			1,900	800	1,200
75年	359,700							
75年	359,700							
80年	359,700							
80年	368,700				5,300	1,900	800	1,000
85年	368,700							
85年	368,700							
90年	368,700							
90年	372,400					1,900	800	1,000
95年	372,400							
95年	372,400							
100年	372,400							



モデルケース③ MM橋
山間部 ポストテンション方式単純PCT桁橋

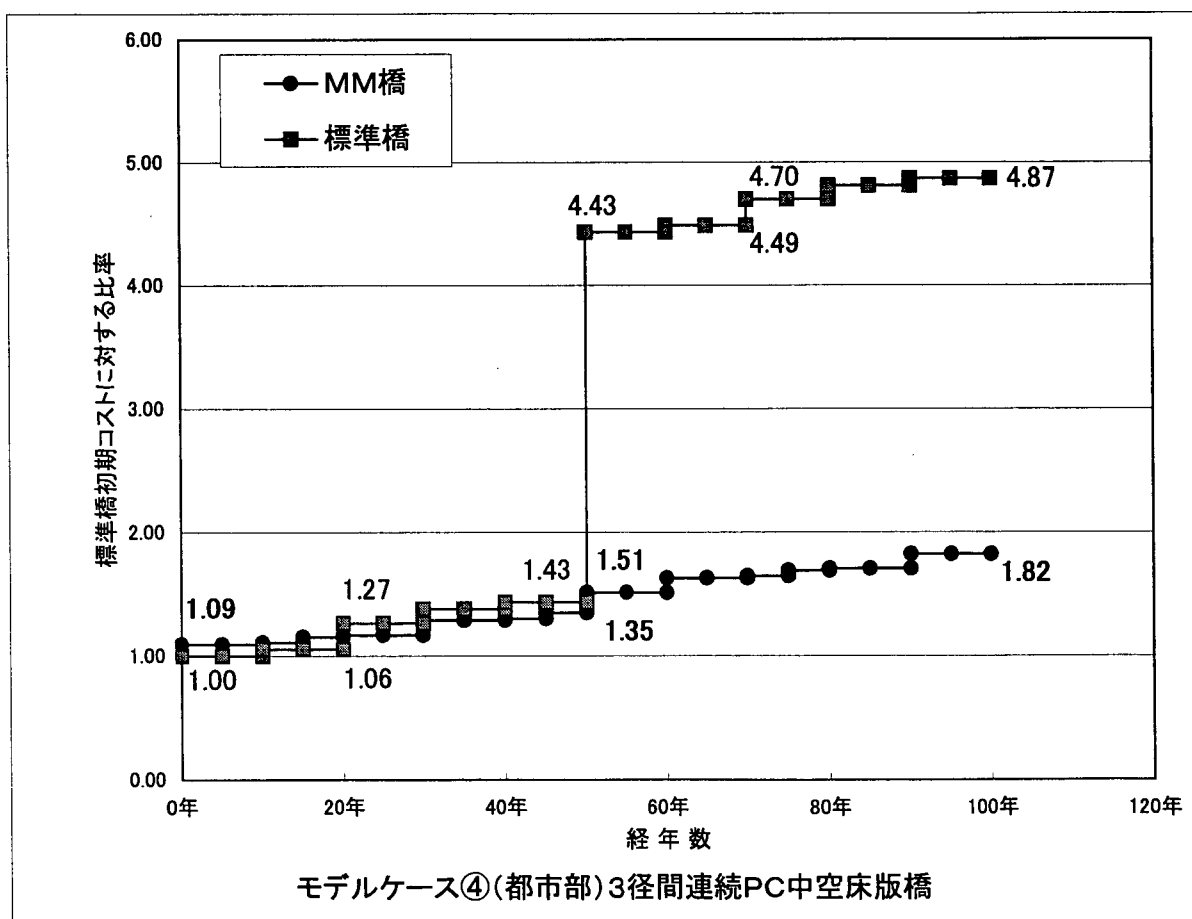
経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	79,600	-	-	-	-	-	-	-
5年	79,600							
5年	79,600							
10年	79,600							
10年	80,600							1,000
15年	80,600							
15年	83,700					2,300	800	
20年	83,700							
20年	84,700							1,000
25年	84,700							
25年	84,700							
30年	84,700							
30年	94,100				5,300	2,300	800	1,000
35年	94,100							
35年	94,100							
40年	94,100							
40年	95,100							1,000
45年	95,100							
45年	98,200					2,300	800	
50年	98,200							
50年	115,900		16,500					1,200
55年	115,900							
55年	115,900							
60年	115,900							
60年	122,200				5,300			1,000
65年	122,200							
65年	125,300					2,300	800	
70年	125,300							
70年	126,300							1,000
75年	126,300							
75年	126,300							
80年	126,300							
80年	130,400					2,300	800	1,000
85年	130,400							
85年	130,400							
90年	130,400							
90年	136,700				5,300			1,000
95年	136,700							
95年	139,800					2,300	800	
100年	139,800							



モデルケース④(都市部)3径間連続PC中空床版橋

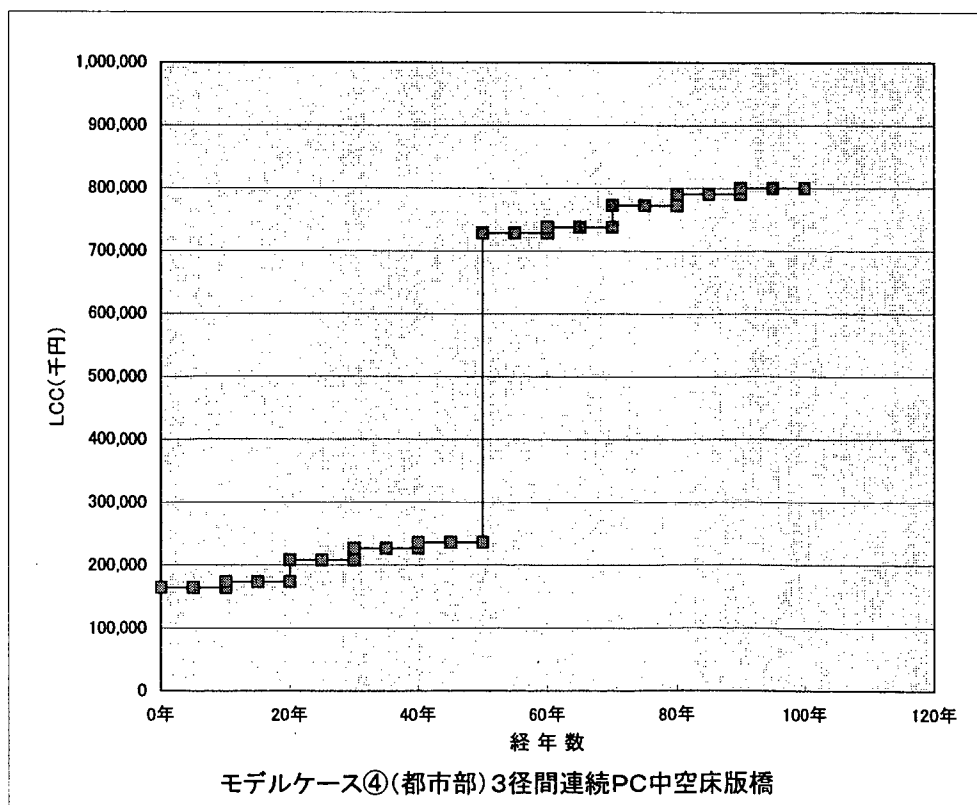
本土工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=36\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	同左
かぶり	35mm	50mm
シース管	鋼製シース	同左
PC鋼材	普通PC鋼材	同左
コンクリート塗装	無し	同左
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

初期コスト	164,300千円	179,800千円
-------	-----------	-----------



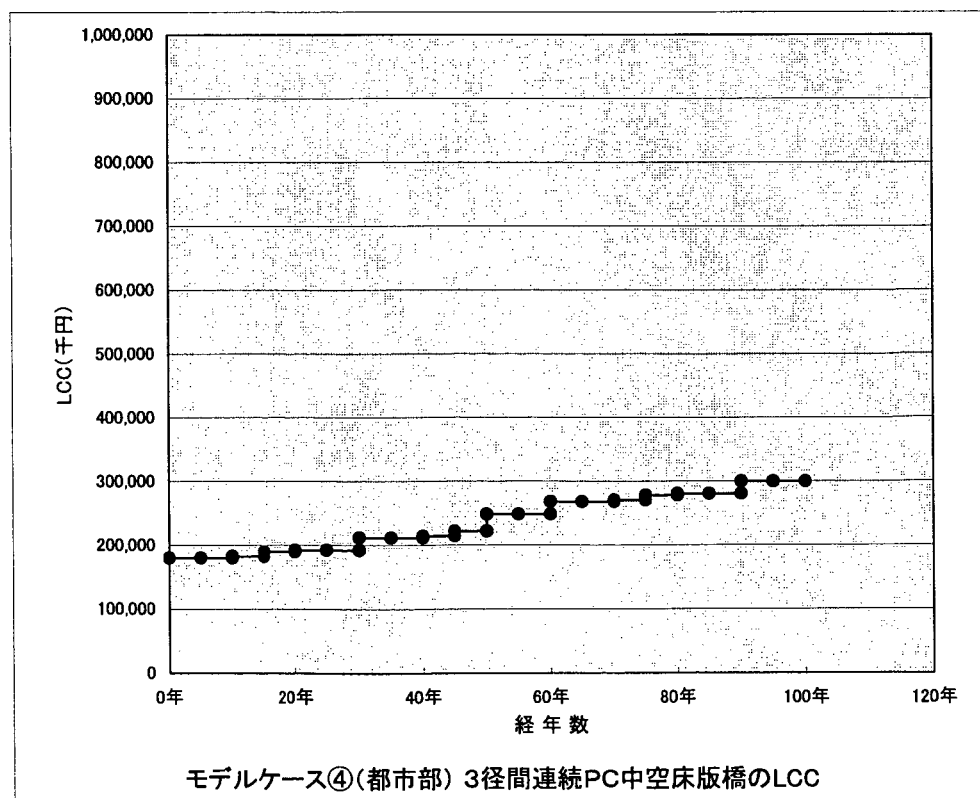
モデルケース④ 標準橋(本体工補修有)
都市部 3径間連続PC中空床版橋

経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	164,300	-	-	-	-	-	-	-
5年	164,300							
5年	164,300							
10年	164,300							
10年	173,400					4,600	2,000	2,500
15年	173,400							
15年	173,400							
20年	173,400							
20年	208,000		25,000			4,600	2,000	3,000
25年	208,000							
25年	208,000							
30年	208,000							
30年	226,600				9,500	4,600	2,000	2,500
35年	226,600							
35年	226,600							
40年	226,600							
40年	235,700					4,600	2,000	2,500
45年	235,700							
45年	235,700							
50年	235,700							
50年	728,600	492,900						
55年	728,600							
55年	728,600							
60年	728,600							
60年	737,700					4,600	2,000	2,500
65年	737,700							
65年	737,700							
70年	737,700							
70年	772,300		25,000			4,600	2,000	3,000
75年	772,300							
75年	772,300							
80年	772,300							
80年	790,900				9,500	4,600	2,000	2,500
85年	790,900							
85年	790,900							
90年	790,900							
90年	800,000					4,600	2,000	2,500
95年	800,000							
95年	800,000							
100年	800,000							



モデルケース④ MM橋
都市部 3径間連続PC中空床版橋

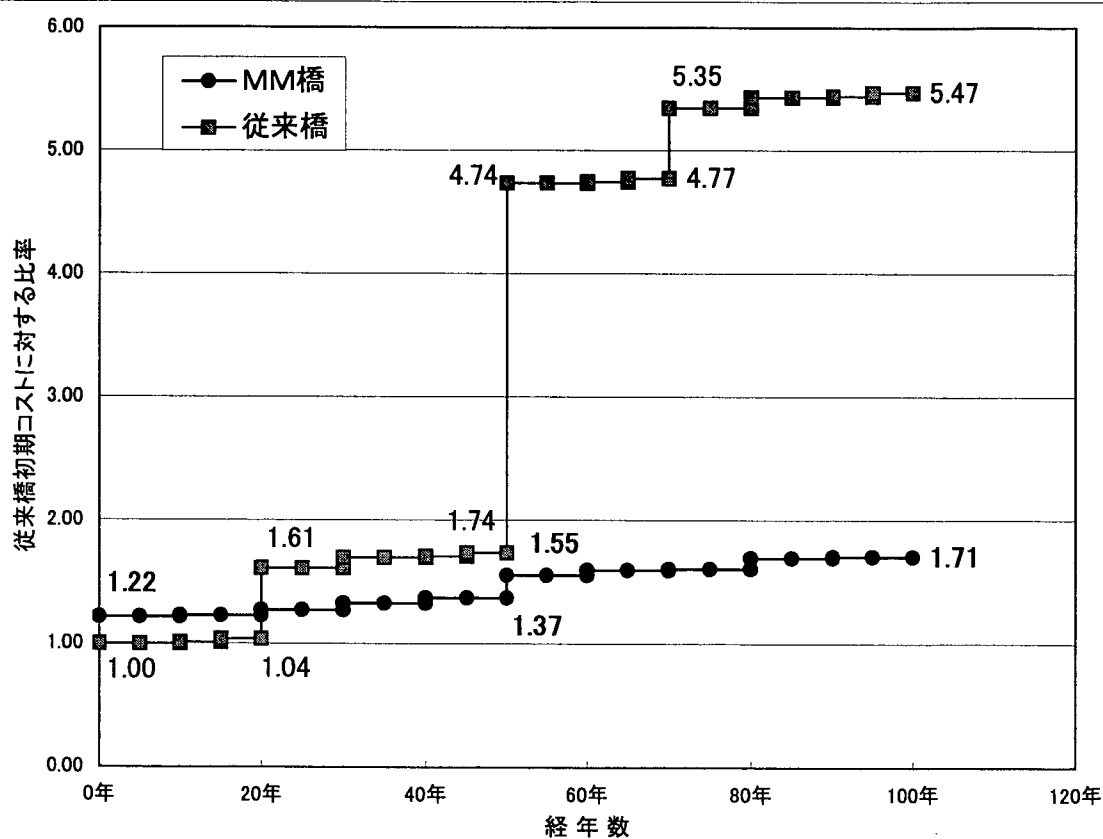
経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	179,800	-	-	-	-	-	-	-
5年	179,800							
5年	179,800							
10年	179,800							
10年	182,300							2,500
15年	182,300							
15年	189,700					5,400	2,000	
20年	189,700							
20年	192,200							2,500
25年	192,200							
25年	192,200							
30年	192,200							
30年	211,600				9,500	5,400	2,000	2,500
35年	211,600							
35年	211,600							
40年	211,600							
40年	214,100							2,500
45年	214,100							
45年	221,500					5,400	2,000	
50年	221,500							
50年	248,500		24,000					3,000
55年	248,500							
55年	248,500							
60年	248,500							
60年	267,900				9,500	5,400	2,000	2,500
65年	267,900							
65年	267,900							
70年	267,900							
70年	270,400							2,500
75年	270,400							
75年	277,800					5,400	2,000	
80年	277,800							
80年	280,300							2,500
85年	280,300							
85年	280,300							
90年	280,300							
90年	299,700				9,500	5,400	2,000	2,500
95年	299,700							
95年	299,700							
100年	299,700							



モデルケース⑤(S海岸部)3径間連続PC箱桁橋

本体工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
スランプ	8cm	12cm
鉄筋	普通鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	70mm	35mm
シース管	鋼製シース	ポリエチレンシース
PC鋼材	普通PC鋼材	エポキシ塗装鋼材
コンクリート塗装	無し	有り
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

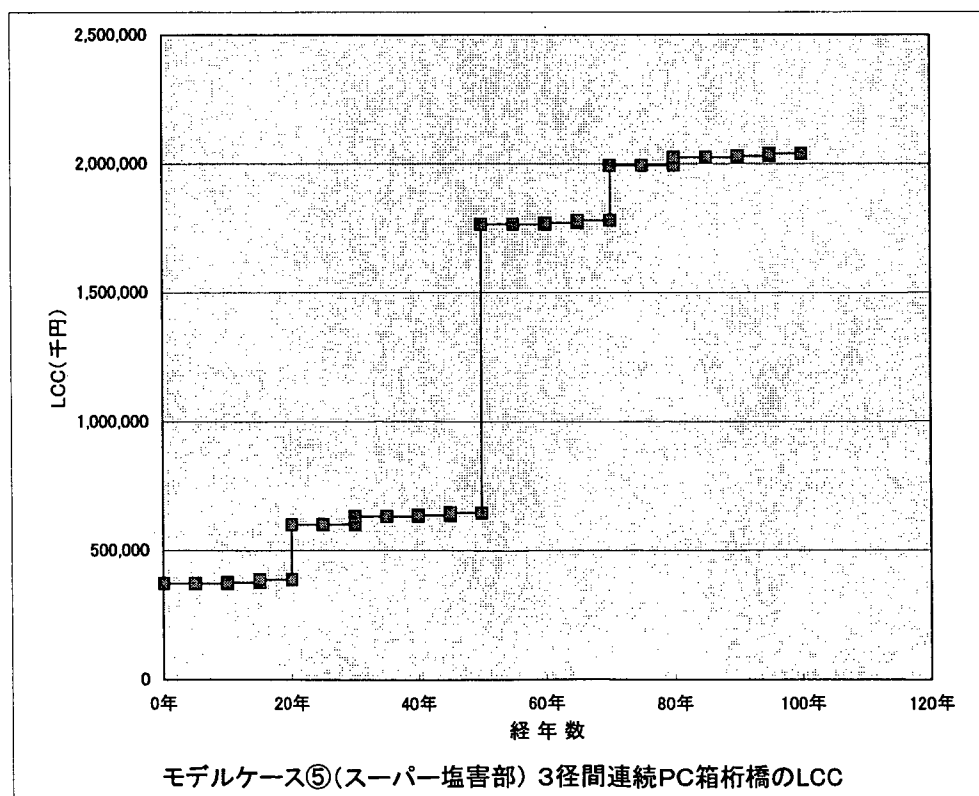
初期コスト	372,800千円	454,000千円
-------	-----------	-----------



モデルケース⑤(S塩害部)3径間連続PC箱桁橋のLCC

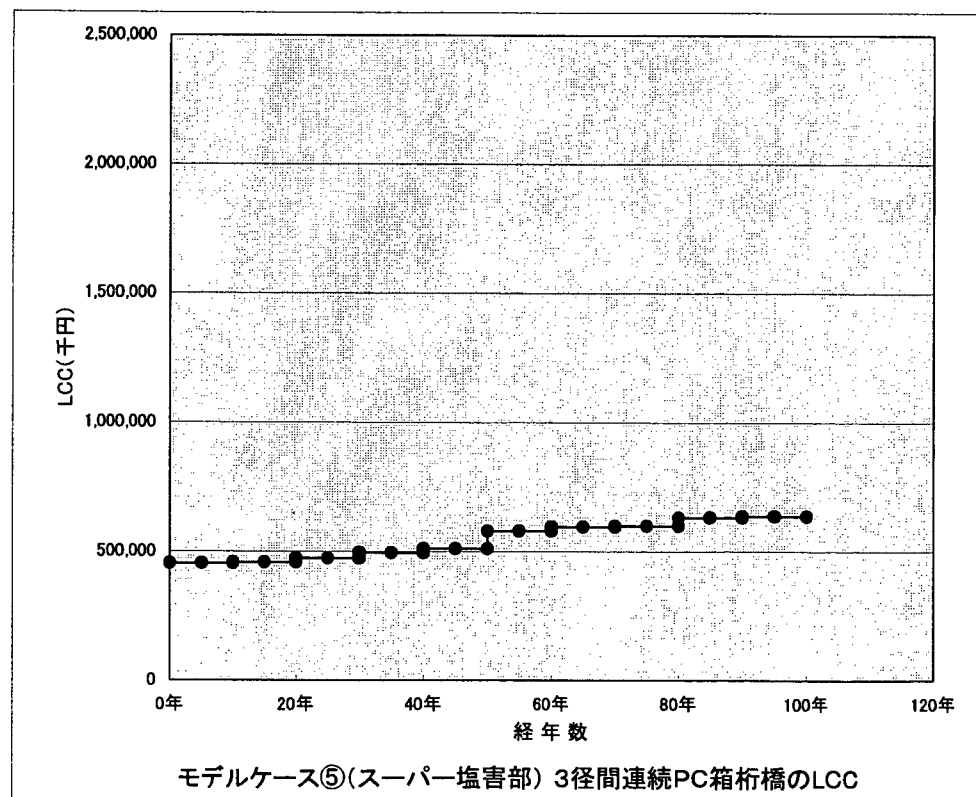
モデルケース⑤ 標準橋
S塩害部 3径間連続PC箱桁橋

経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	372,800	-	-	-	-	-	-	-
5年	372,800							
5年	372,800							
10年	372,800							
10年	376,800							4,000
15年	376,800							
15年	387,400					7,400	3,200	
20年	387,400							
20年	600,900		208,700					4,800
25年	600,900							
25年	600,900							
30年	600,900							
30年	632,300				16,800	7,400	3,200	4,000
35年	632,300							
35年	632,300							
40年	632,300							
40年	636,300							4,000
45年	636,300							
45年	646,900					7,400	3,200	
50年	646,900							
50年	1,765,300	1,118,400						
55年	1,765,300							
55年	1,765,300							
60年	1,765,300							
60年	1,769,300							4,000
65年	1,769,300							
65年	1,779,900					7,400	3,200	
70年	1,779,900							
70年	1,993,400		208,700					4,800
75年	1,993,400							
75年	1,993,400							
80年	1,993,400							
80年	2,024,800				16,800	7,400	3,200	4,000
85年	2,024,800							
85年	2,024,800							
90年	2,024,800							
90年	2,028,800							4,000
95年	2,028,800							
95年	2,039,400					7,400	3,200	
100年	2,039,400							



モデルケース⑤ MM橋
S塩害部 3径間連続PC箱桁橋

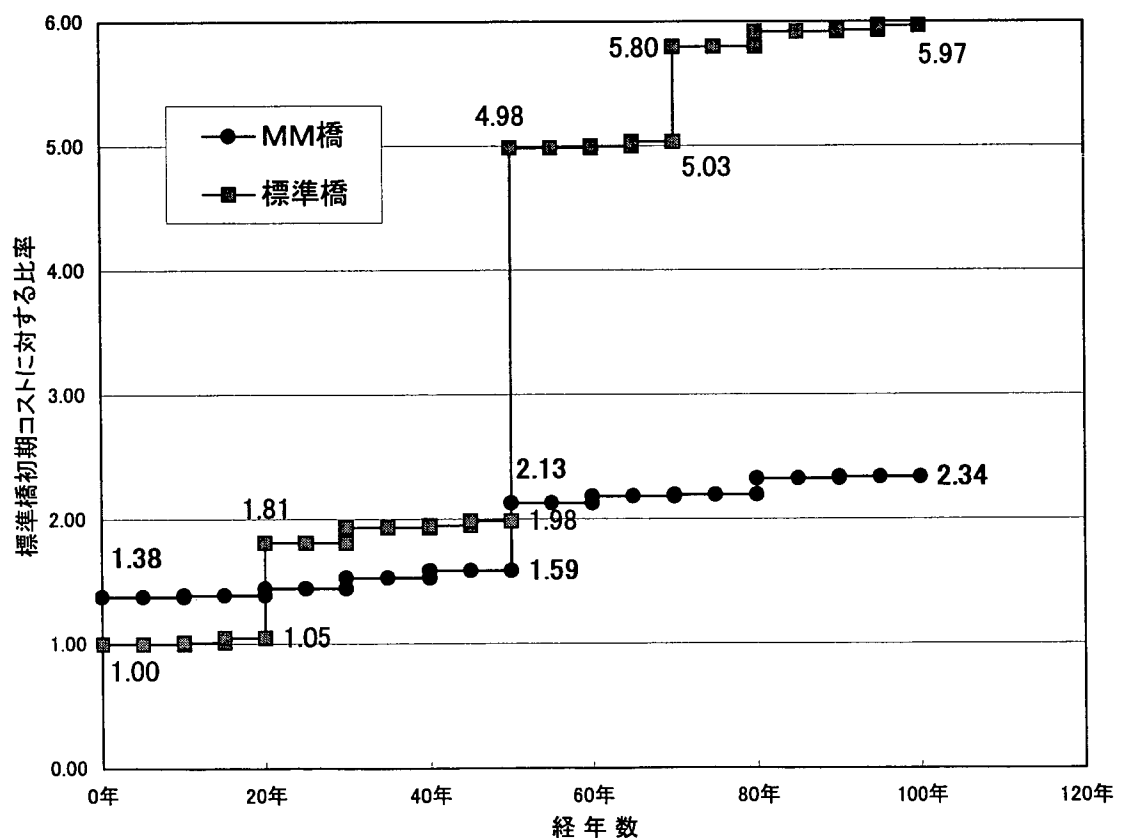
経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	454,000	-	-	-	-	-	-	-
5年	454,000							
5年	454,000							
10年	454,000							
10年	458,000							4,000
15年	458,000							
15年	458,000							
20年	458,000							
20年	473,900					8,700	3,200	4,000
25年	473,900							
25年	473,900							
30年	473,900							
30年	494,700				16,800			4,000
35年	494,700							
35年	494,700							
40年	494,700							
40年	510,600					8,700	3,200	4,000
45年	510,600							
45年	510,600							
50年	510,600							
50年	579,300		63,900					4,800
55年	579,300							
55年	579,300							
60年	579,300							
60年	595,200					8,700	3,200	4,000
65年	595,200							
65年	595,200							
70年	595,200							
70年	599,200							4,000
75年	599,200							
75年	599,200							
80年	599,200							
80年	631,900				16,800	8,700	3,200	4,000
85年	631,900							
85年	631,900							
90年	631,900							
90年	635,900							4,000
95年	635,900							
95年	635,900							
100年	635,900							



モデルケース⑥(S海岸部)ポストテンション単純PCT桁橋

本土工要素技術項目	標準橋	MM橋
主桁コンクリート強度	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$
横組工コンクリート強度	$\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$
スランブ	8cm	12cm
鉄筋	スターラップのみEP鉄筋	エポキシ塗装鉄筋
かぶり	35mm	同左
シース管(主桁ウェブ、横桁部)	鋼製シース	ポリエチレンシース
シース管(床版部)	鋼製シース	ポリエチレンシース
PC鋼材	普通PC鋼材	エポキシ塗装鋼材
コンクリート塗装	無し	有り
舗装工	普通アスファルト	改質アスファルト
橋面防水工	有り	有り

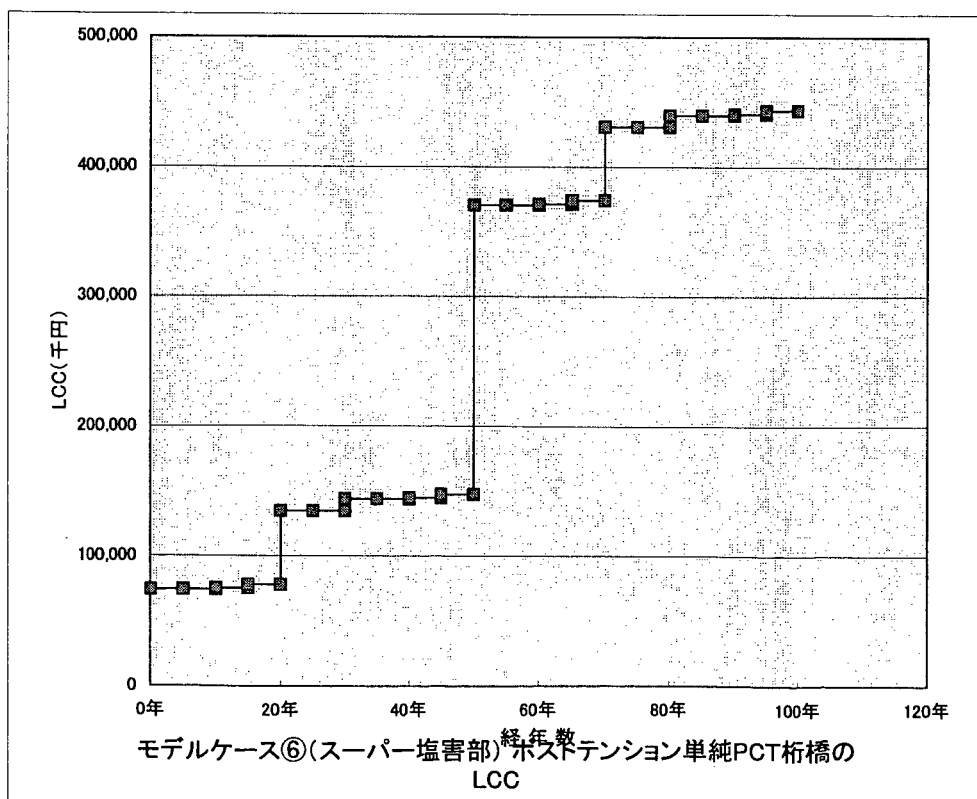
初期コスト	74,300千円	102,300千円
-------	----------	-----------



モデルケース⑥(S海岸部)ポストテンション単純PCT桁橋

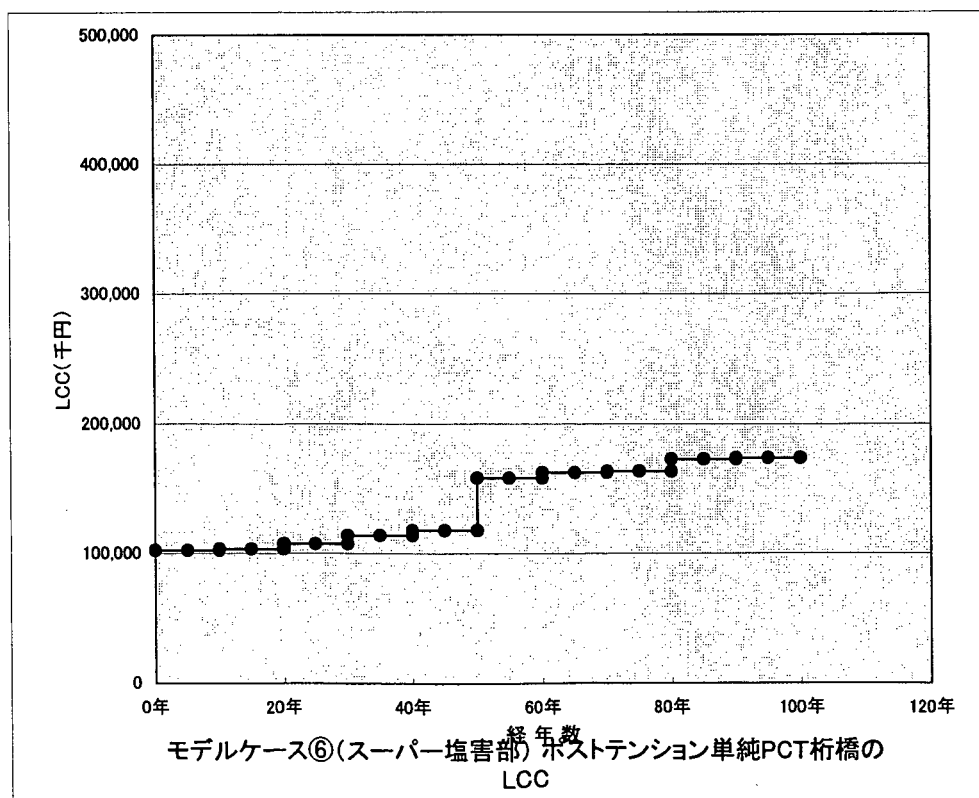
モデルケース⑥ 標準橋
S塩害部 ポストテンション方式単純PCT桁橋

経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	74,300	-	-	-	-	-	-	-
5年	74,300							
5年	74,300							
10年	74,300							
10年	75,300							1,000
15年	75,300							
15年	78,000					1,900	800	
20年	78,000							
20年	134,700		55,500					1,200
25年	134,700							
25年	134,700							
30年	134,700							
30年	143,700				5,300	1,900	800	1,000
35年	143,700							
35年	143,700							
40年	143,700							
40年	144,700							1,000
45年	144,700							
45年	147,400					1,900	800	
50年	147,400							
50年	370,300	222,900						
55年	370,300							
55年	370,300							
60年	370,300							
60年	371,300							1,000
65年	371,300							
65年	374,000					1,900	800	
70年	374,000							
70年	430,700		55,500					1,200
75年	430,700							
75年	430,700							
80年	430,700							
80年	439,700				5,300	1,900	800	1,000
85年	439,700							
85年	439,700							
90年	439,700							
90年	440,700							1,000
95年	440,700							
95年	443,400					1,900	800	
100年	443,400							



モデルケース⑥ MM橋
S塩害部 ポストテンション方式単純PCT桁橋

経年数	LCC	架 替 え	補 修	支 承	伸縮装置	舗 装	防 水 工	定期点検
0年	102,300	-	-	-	-	-	-	-
5年	102,300							
5年	102,300							
10年	102,300							
10年	103,300							1,000
15年	103,300							
15年	103,300							
20年	103,300							
20年	107,400					2,300	800	1,000
25年	107,400							
25年	107,400							
30年	107,400							
30年	113,700				5,300			1,000
35年	113,700							
35年	113,700							
40年	113,700							
40年	117,800					2,300	800	1,000
45年	117,800							
45年	117,800							
50年	117,800							
50年	158,100		39,100					1,200
55年	158,100							
55年	158,100							
60年	158,100							
60年	162,200					2,300	800	1,000
65年	162,200							
65年	162,200							
70年	162,200							
70年	163,200							1,000
75年	163,200							
75年	163,200							
80年	163,200							
80年	172,600				5,300	2,300	800	1,000
85年	172,600							
85年	172,600							
90年	172,600							
90年	173,600							1,000
95年	173,600							
95年	173,600							
100年	173,600							



Ⅲ. コンクリート橋の耐久性に関するデータ

1. コンクリートの耐久性に関する調査データ

既往の文献などを参照し、これまでのコンクリート橋（RC橋、PC橋）の架替えに関する調査データ、およびPC橋の損傷に係わる調査データの整理を行った。

1.1 橋梁の架替に関する調査結果（Ⅲ）（建設省土木研究所，平成9年10月）

（1）コンクリート橋の現状

架換えられたコンクリート橋の架設年次を分布させると図-Ⅲ.1のようになる。これをみると、RC橋は昭和10年前後と昭和30年前後から40年にかけて架設された橋梁が多く、PC橋は昭和30年前後から約10年間に架設された橋梁が多いことが分かる。

なお、昭和30年前後からRC橋、PC橋ともに橋梁数が増えているのは、図-Ⅲ.2に示すとおり、昭和24年にコンクリート標準示方書が発刊されその時期に架設された橋梁数が多かった。

また、供用年数では図-Ⅲ.3より、PC橋は30年程度なる。

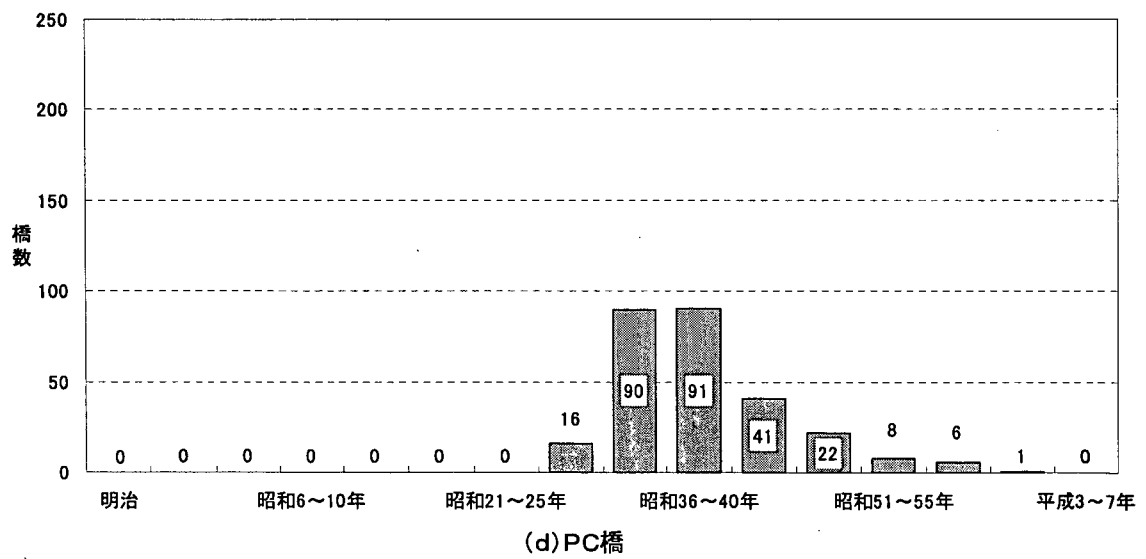
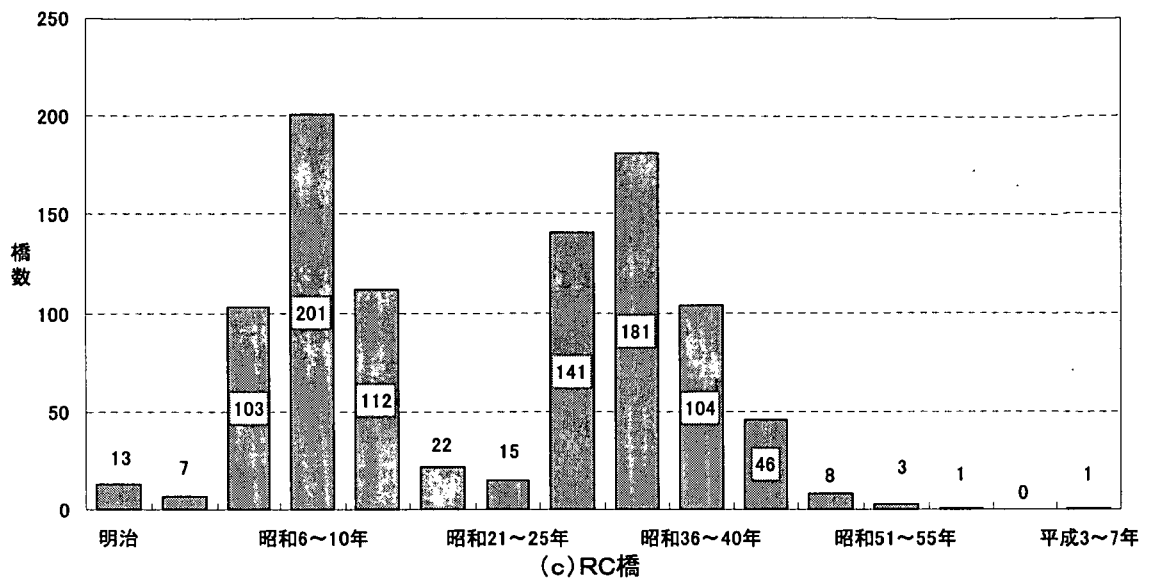


図-Ⅲ.1 橋種と架設年次

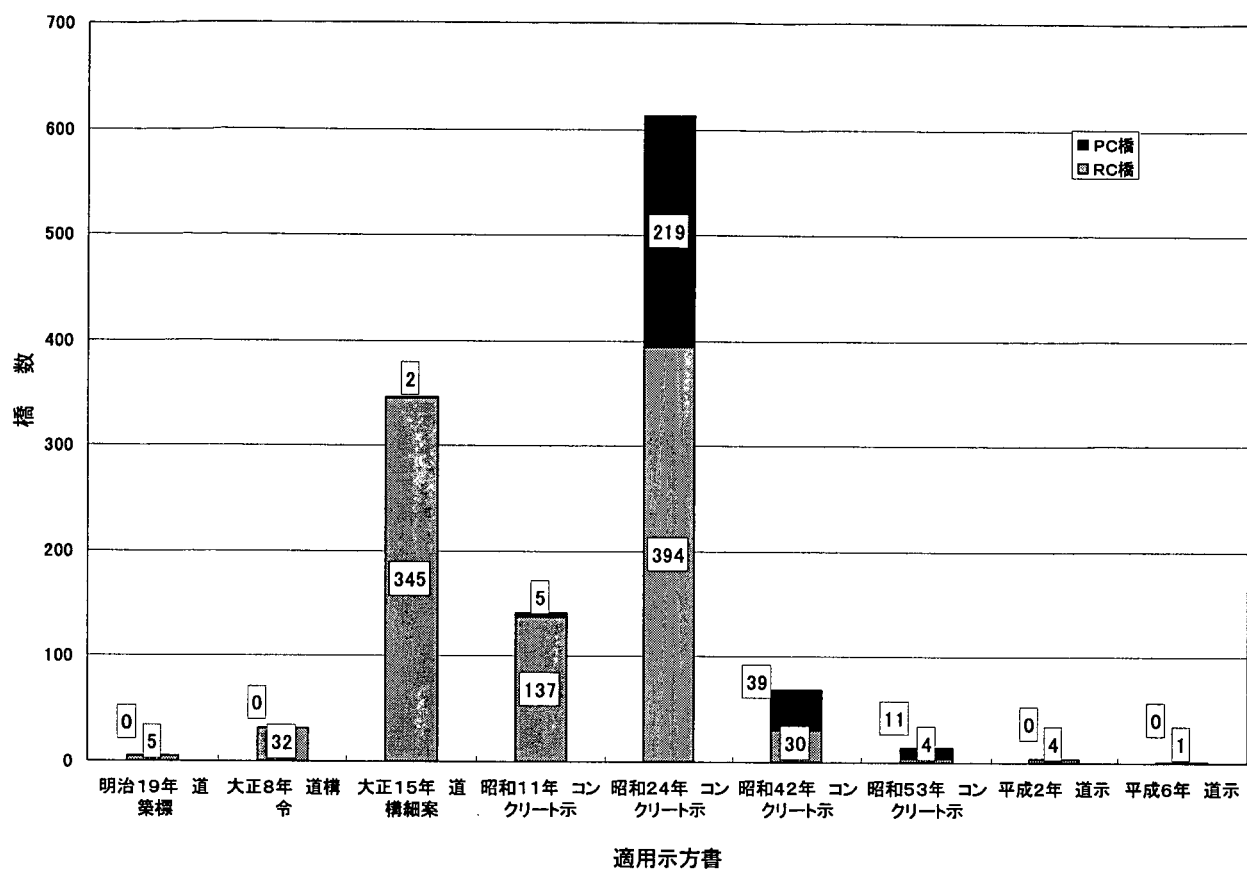


図-Ⅲ.2 橋種と適用示方書

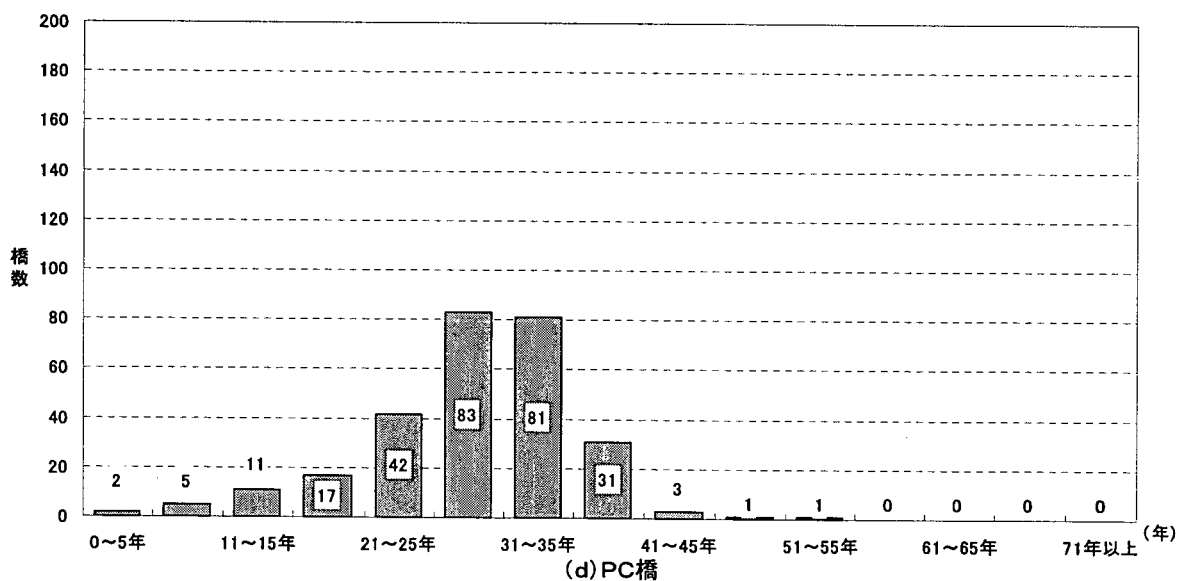
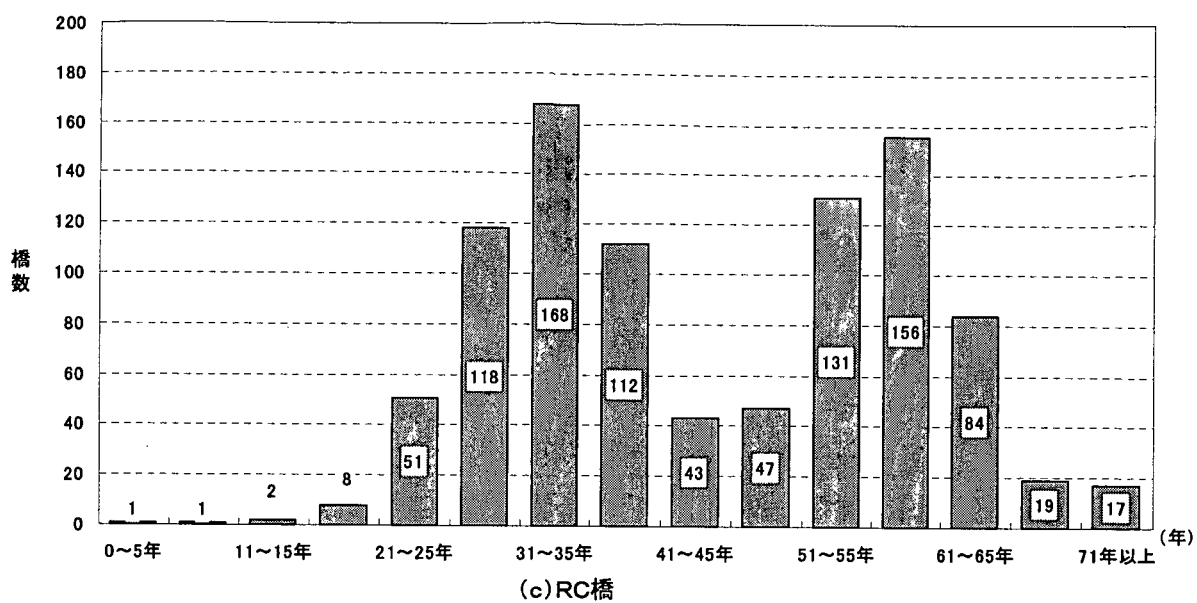


図-Ⅲ.3 橋種と供用年数

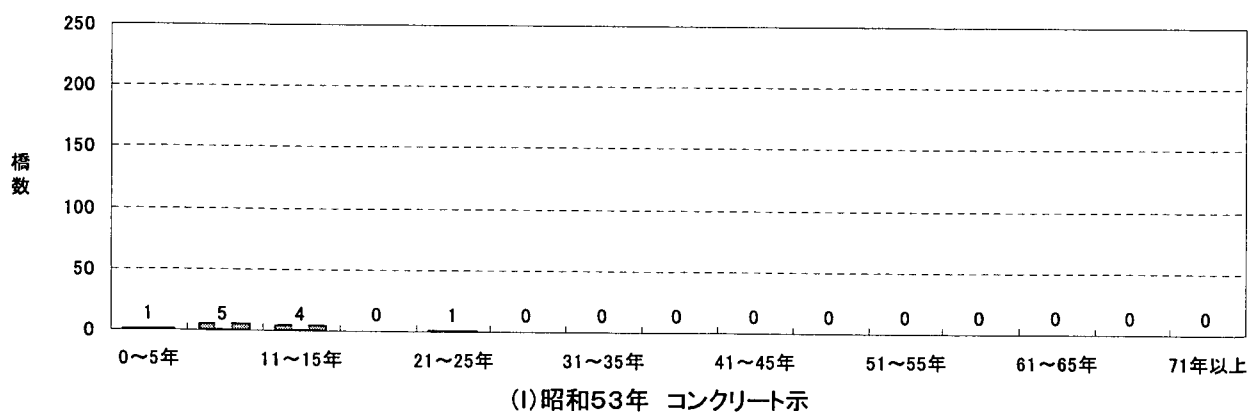
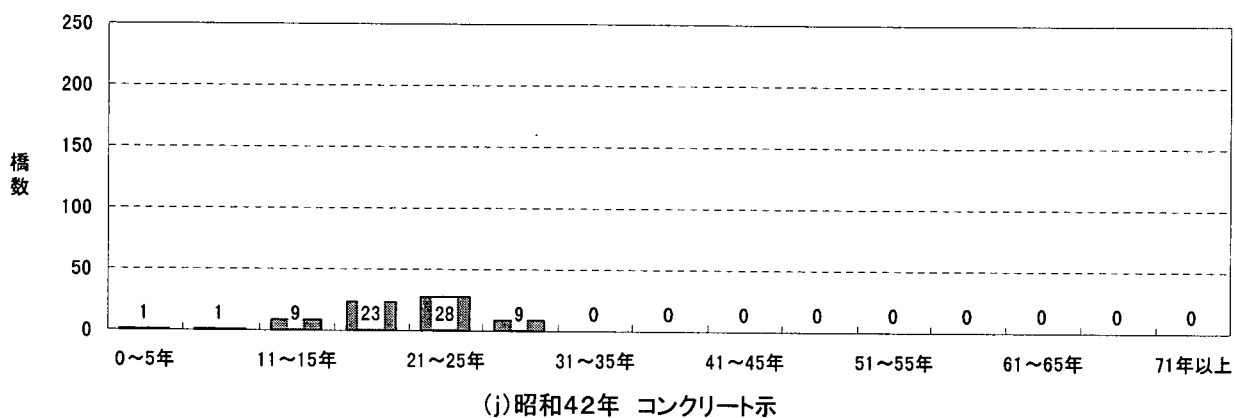
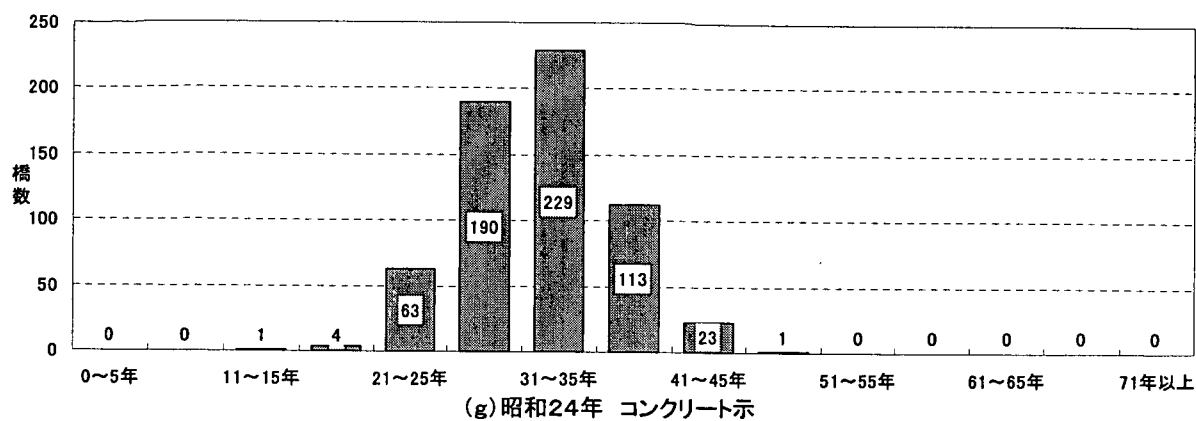


図-Ⅲ.4 供用年数と適用示方書

(2) コンクリート橋の架替え理由

コンクリート橋の架替え理由は損傷によるものはまだ少なく、むしろ幅員狭小や道路線形改良、河川改修などの道路計画または交差条件から架替えられることがほとんどである(図-Ⅲ.5)。

また、橋種と立地条件の関係はRC橋およびPC橋ともに同じような傾向を示した(図-Ⅲ.6)。

なお、上部工の損傷によって、架替えられたコンクリート橋の損傷状況は以下の通りである(図-Ⅲ.7)。

●市街地、郊外の平地、山間部

コンクリート桁の亀裂・剥離と床版の破損である。

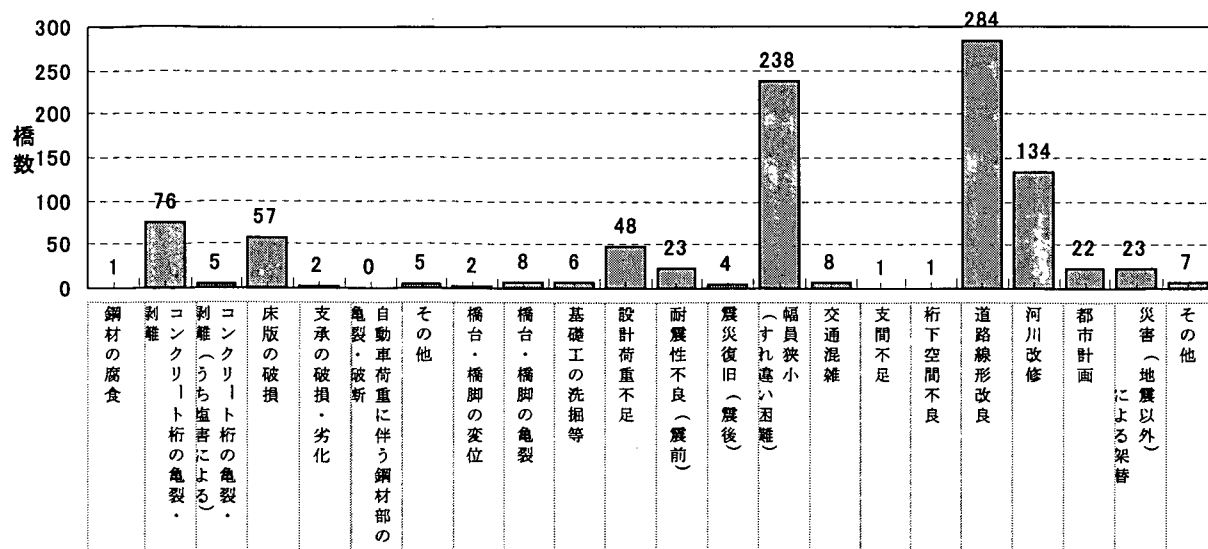
市街地と郊外の平地では、コンクリート桁の亀裂・剥離の比率が高い。

損傷状況の比率を比べた場合、若干ではあるが大気汚染等の関係からコンクリートの中性化が進行しやすい市街地の方の比率が高い。このような現象を見ると、亀裂・剥離の原因の一つとして、中性化が考えられる。

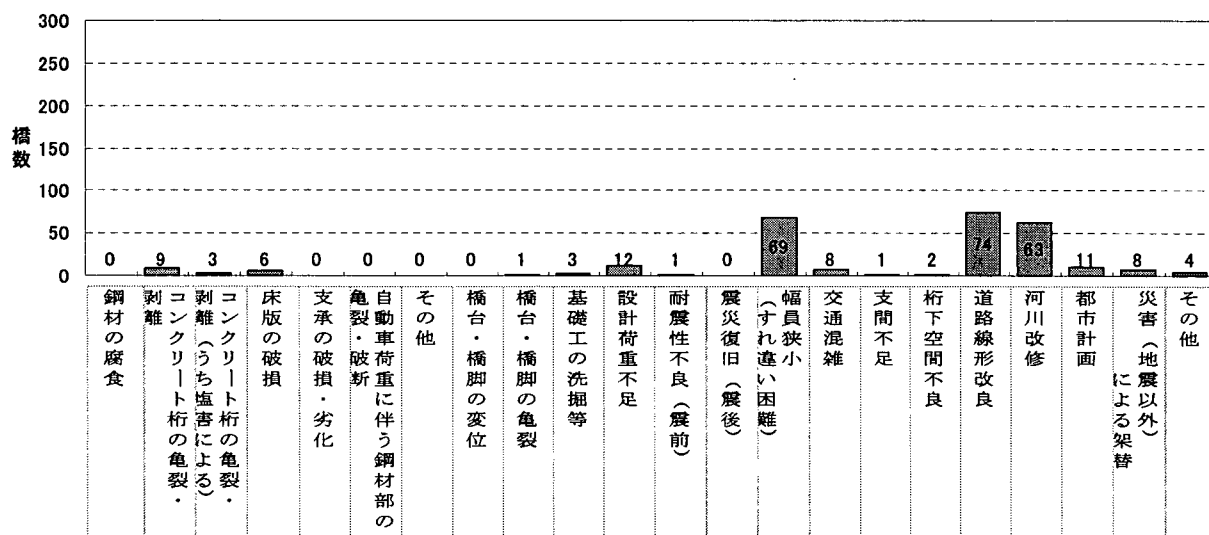
また、山間部は床版の破損は床版の破損が8割以上を占めている。原因の一つとして凍結防止剤による塩害が考えられる。

●海岸部

コンクリート桁の亀裂・剥離が8割以上を占め、全体の6割以上が塩害による破損である。



(c)RC橋



(d)PC橋

図-III.5 橋種と架替え理由

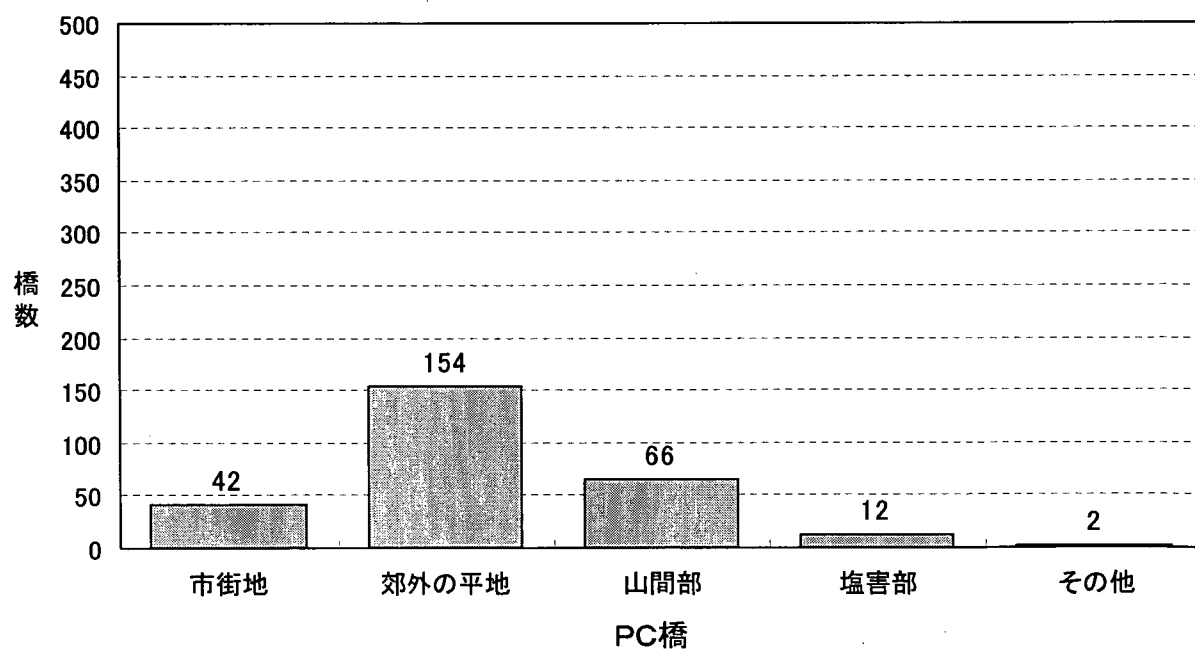
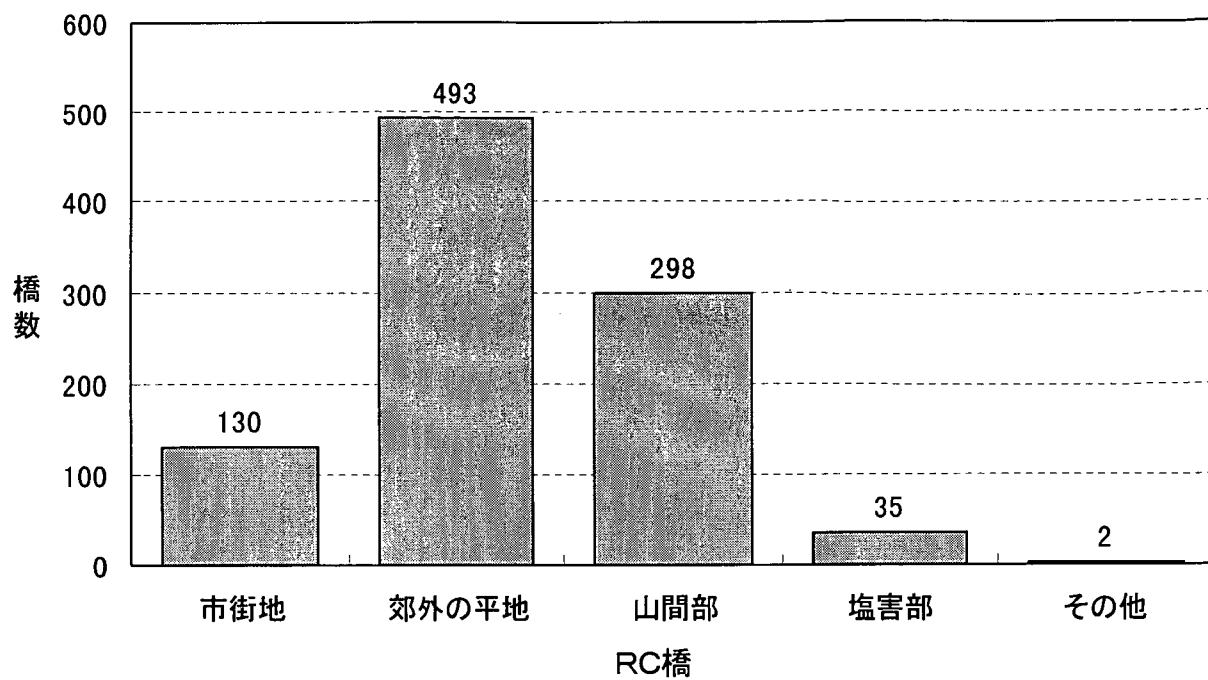
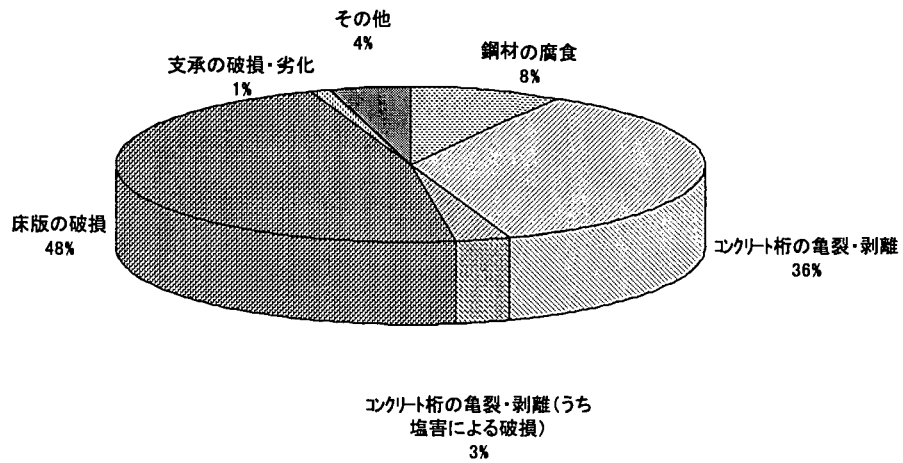
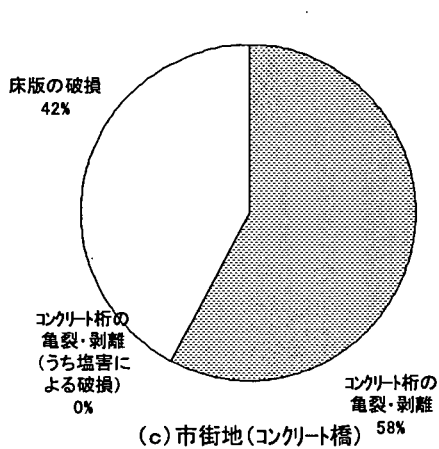


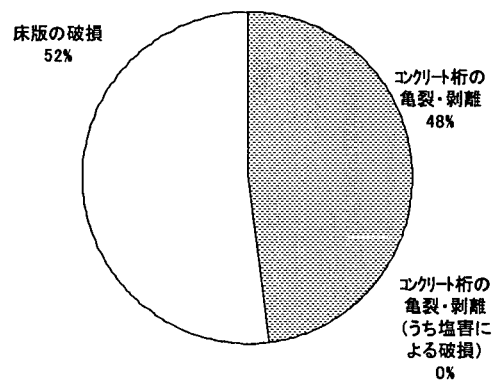
図-Ⅲ.6 橋種と立地条件



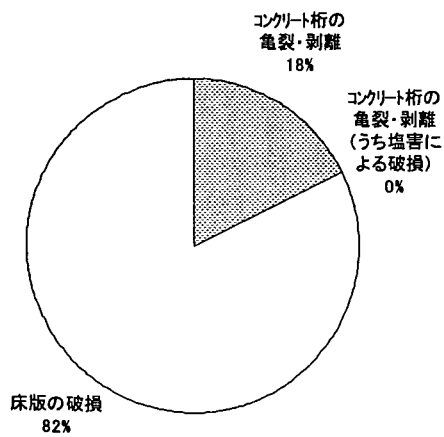
(a) 上部構造における架替理由



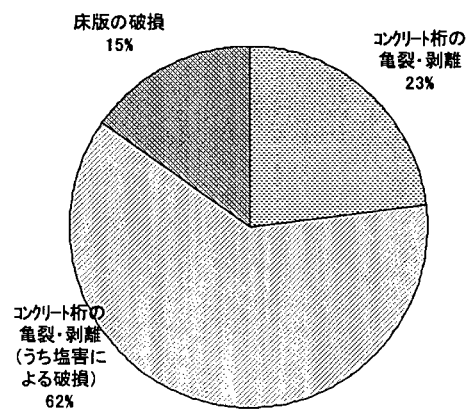
(c) 市街地(コンクリート橋)



(e) 郊外の平地(コンクリート橋)



(g) 山間部(コンクリート橋)



(i) 海岸部(海岸線より300m以内)
(コンクリート橋)

図-III.7 架替え理由と立地条件 (上部構造)

(3)コンクリート橋の工事費

PC橋の工事費は、橋長別に傾向を見てみると確かにバラツキの多い統計とはなっており、その範囲は 200 千円/m²程度から 2,000~3,000 千円/m²に及んでいる。しかし、およそ支間によらずだいたい 300~1,000 千円/m²付近にデータが集まっている傾向があり、平均値としてもおよそ 400~500 千円/m²程度である。なお、RC橋を含めた平均値はおよそ 350 千円/m²である。

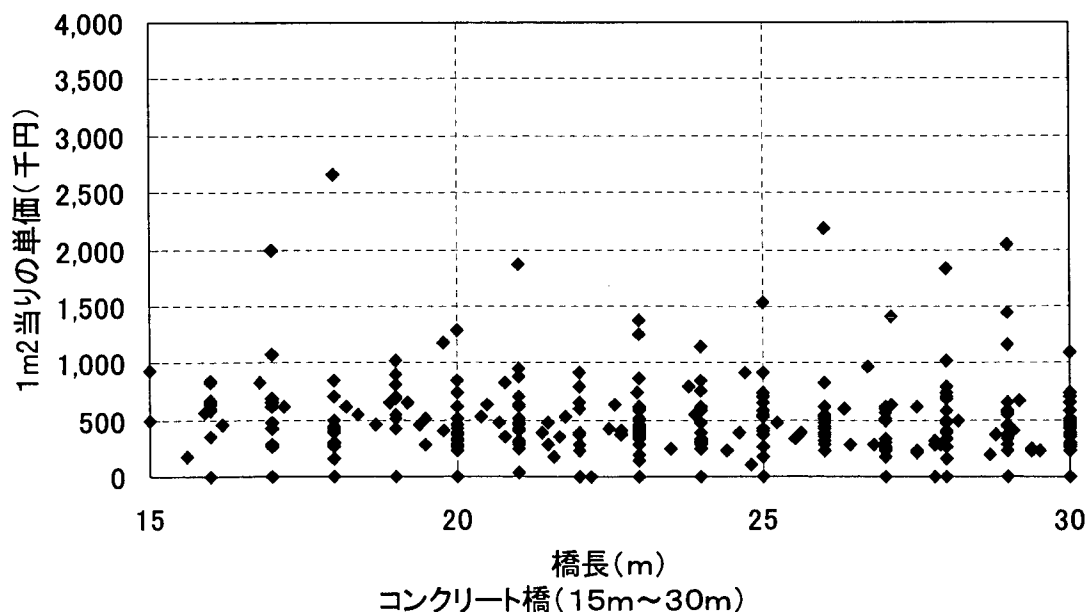
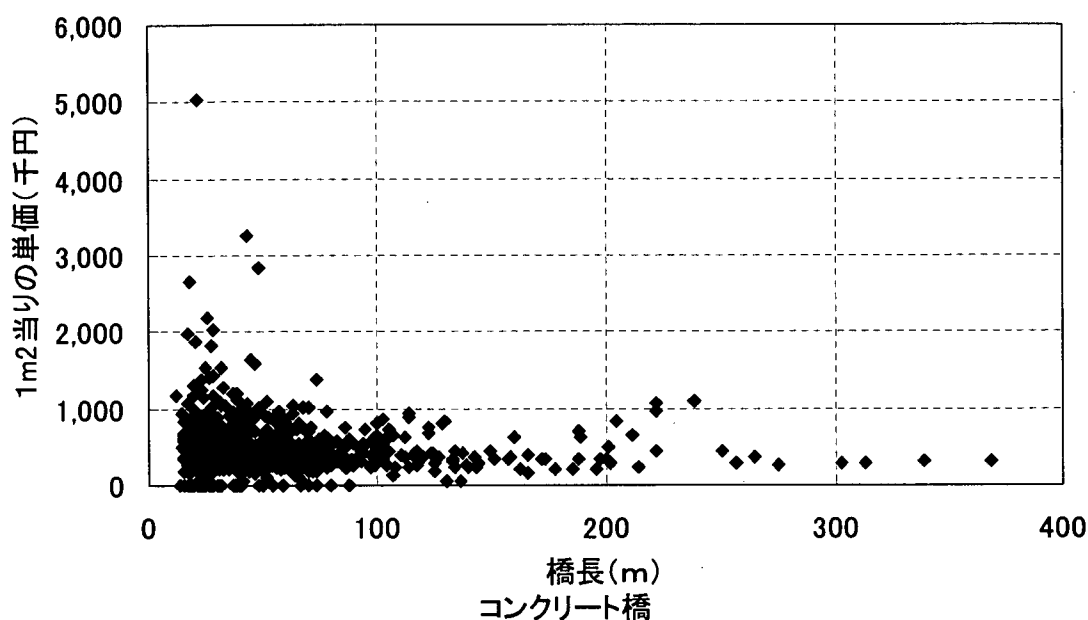


図-Ⅲ.8 上部工形式と工事費(1)

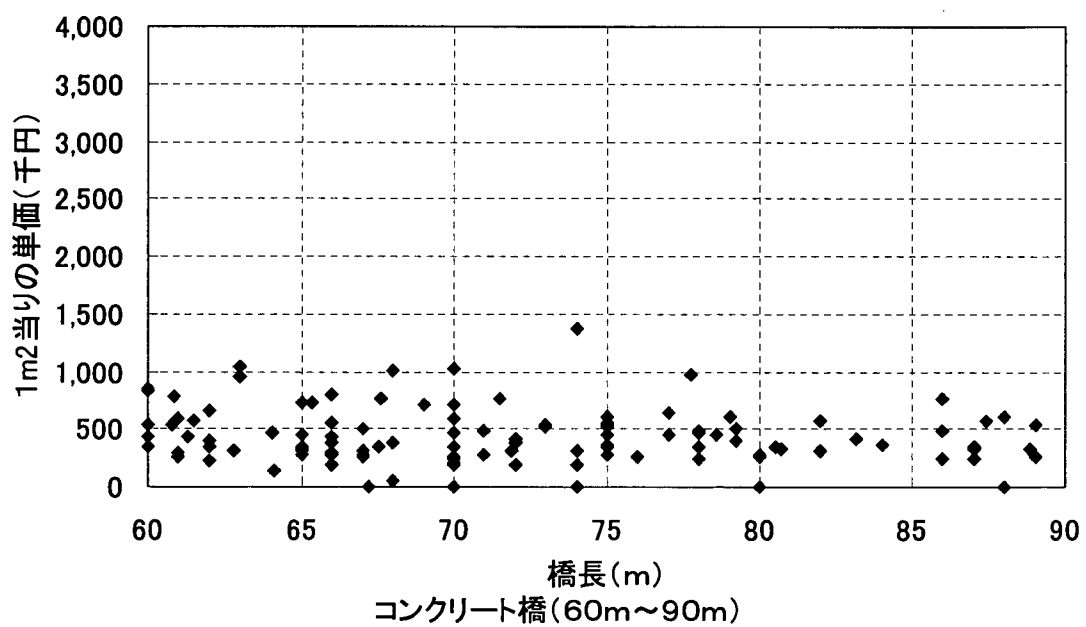
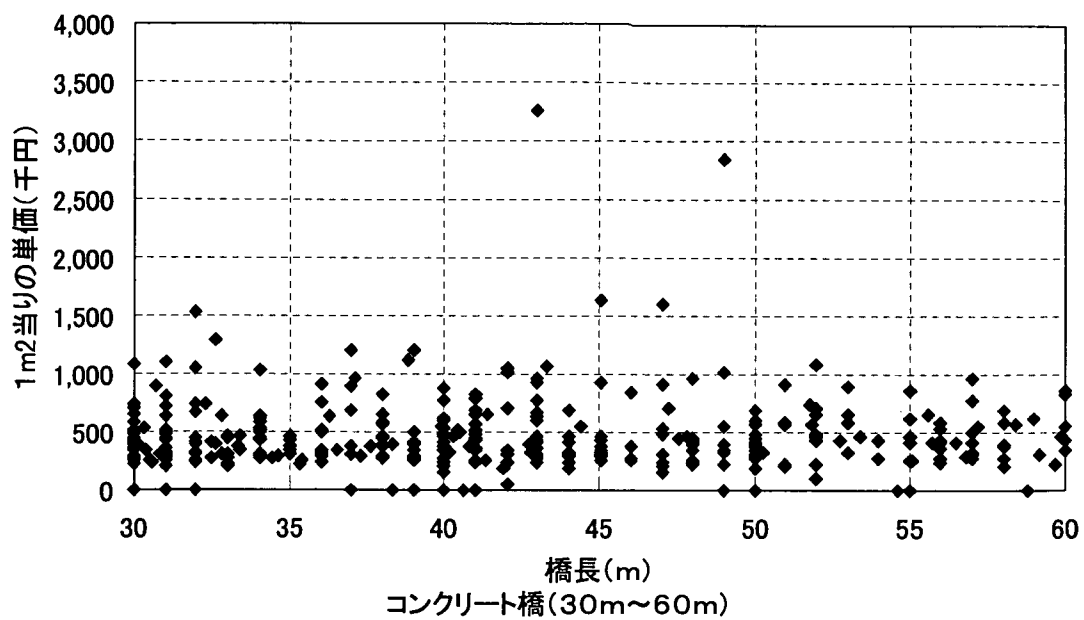


図-Ⅲ.8 上部工形式と工事費(2)

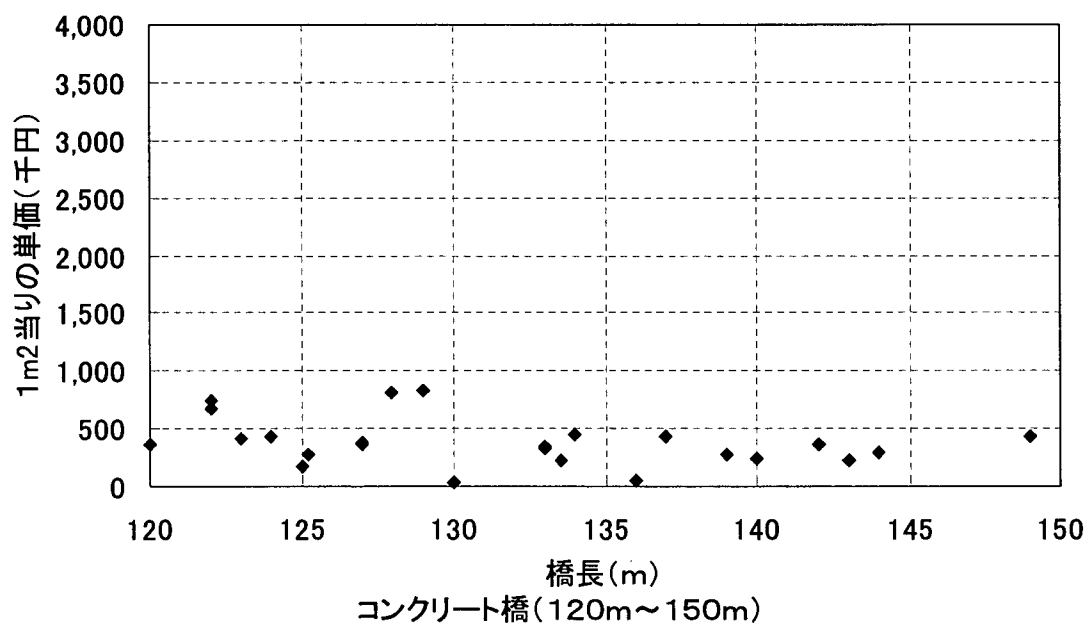
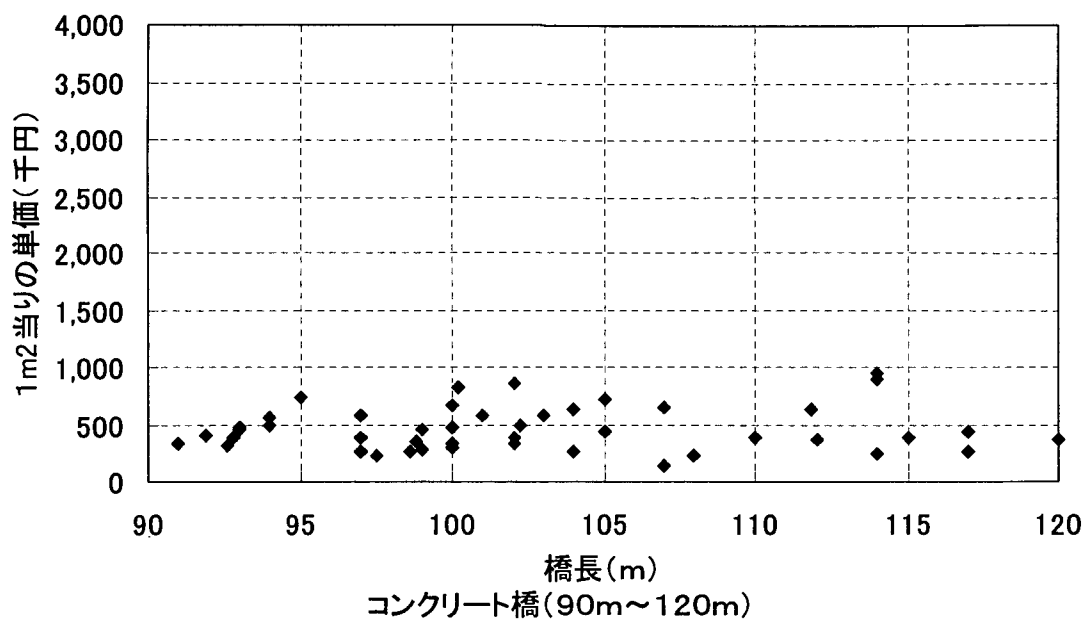


図-Ⅲ.8 上部工形式と工事費(3)

(4)コンクリート橋の具体的な損傷状況

図-Ⅲ.9 によるとコンクリート桁の主桁のひび割れは、橋軸方向、橋軸直角方向、そして主桁底面の細かなひび割れが報告されている。これに対して、ななめ方向のひび割れは他のひび割れ発生に比べて比較的少ない。また、変状が確認された位置は、中桁、外桁に関わらず桁中央と同様多いが、中桁に関しての損傷報告数は少ない。また、供用年数として20年目を境に確認された変状数は急激に増えている。

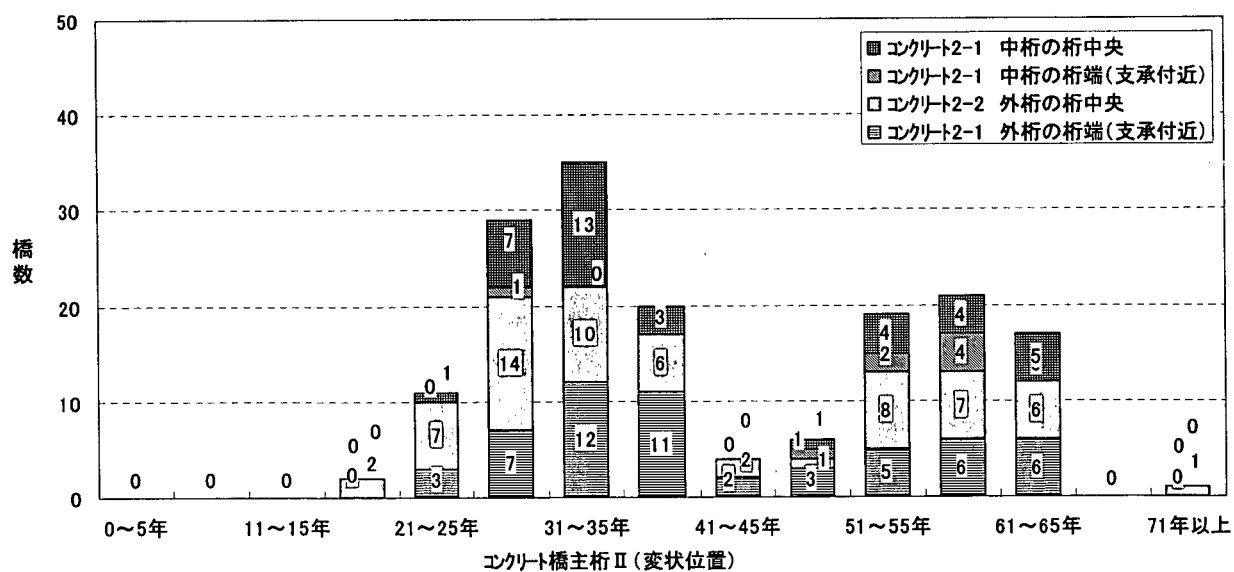
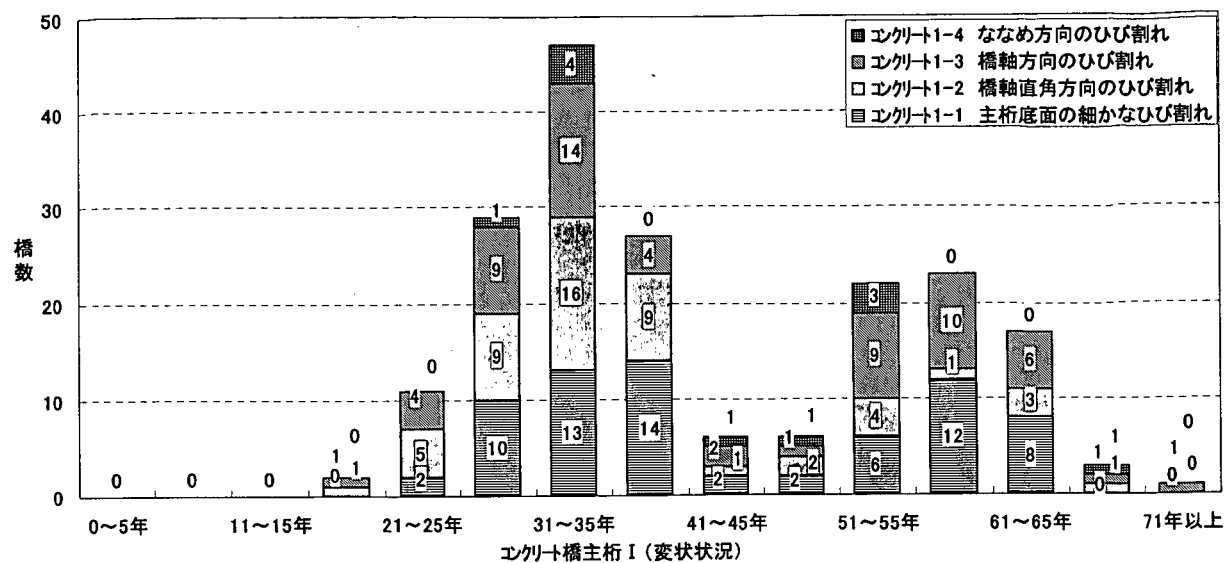
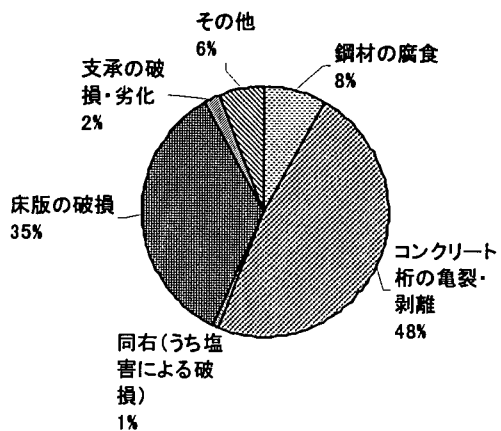
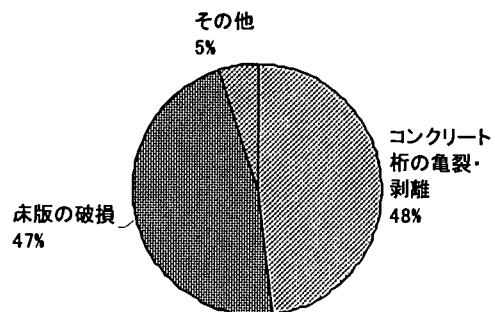


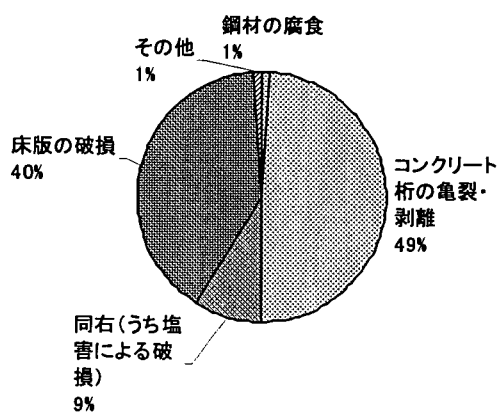
図-Ⅲ.9 供用年数と変状内容



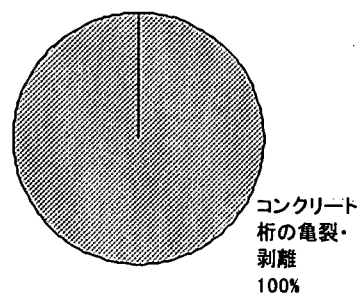
(a) 大正15年 道路構造に関する細則案



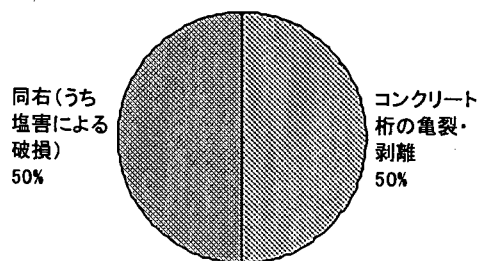
(b) 昭和11年 コンクリート標準示方書



(c) 昭和24年 コンクリート標準示方書



(d) 昭和42年 コンクリート標準示方書



(e) 昭和53年 道路橋示方書・同解説
コンクリート橋編

図-Ⅲ.10 架換理由と適用示方書(上部構造)

1.2 PC橋の耐久性向上のための設計・施工マニュアル（PC技協，平成9年3月）

国内外のPC橋梁78件に対して、損傷・劣化に着目したデータの整理を行っている。損傷の事例としては、コンクリートのひびわれに関するものが多い。また、鉄筋、PC鋼材の腐食や支承の破損の例も報告されている。

なお、ひびわれの原因は、クリープ・温度変形拘束によるものが多く、続いて施工不良、設計不良、塩害などが挙げられる。

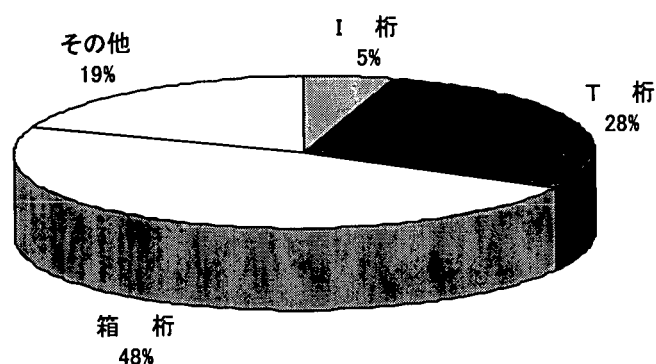


図-Ⅲ.11 調査した件数の桁形式による分類

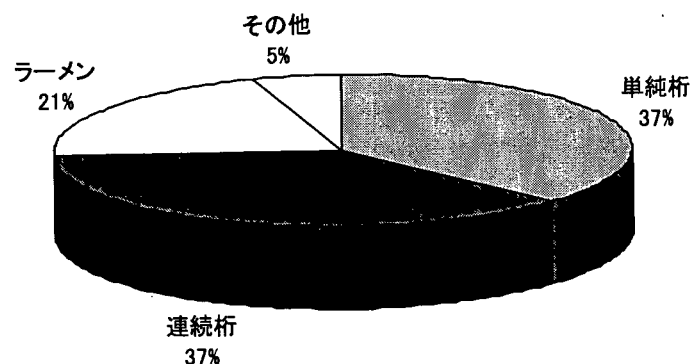


図-Ⅲ.12 調査した橋の構造形式による分類

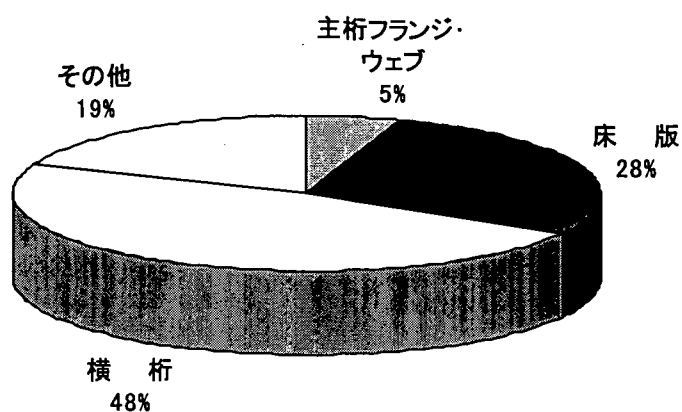


図-Ⅲ.13 損傷・劣化の主たる部位による分類

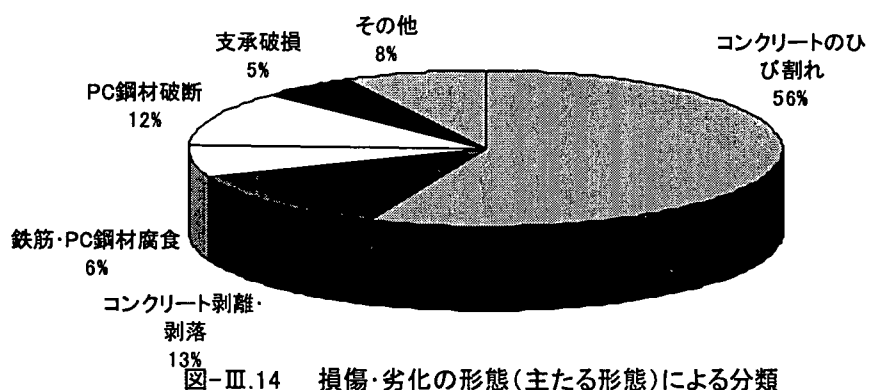


図-Ⅲ.14 損傷・劣化の形態(主たる形態)による分類

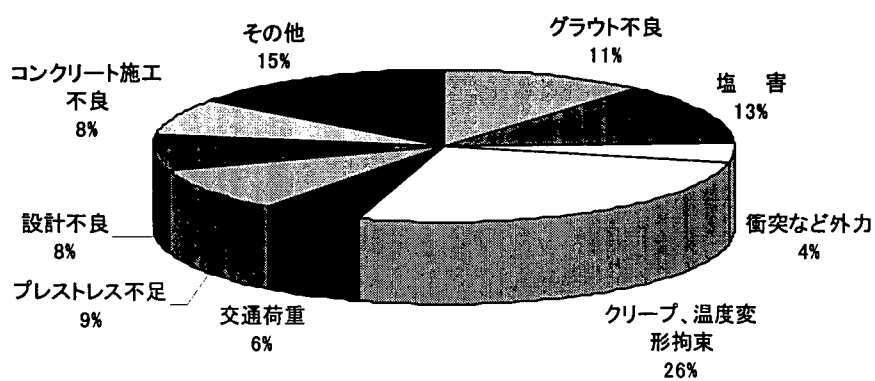


図-Ⅲ.15 コンクリートのひび割れ、剥離の原因の分類

1.3 橋梁調査報告書（（社）P C建協，平成6年3月）

本文献は、1981年から1991年にかけて、九州地区8県と山口県でのP C橋梁全742件に対する変状調査報告書である。

損傷箇所としては、地覆・高欄、主桁・床版下面が多く、主な損傷内容としては、ひびわれ、剥離、鉄筋露出、漏水エフロであった。

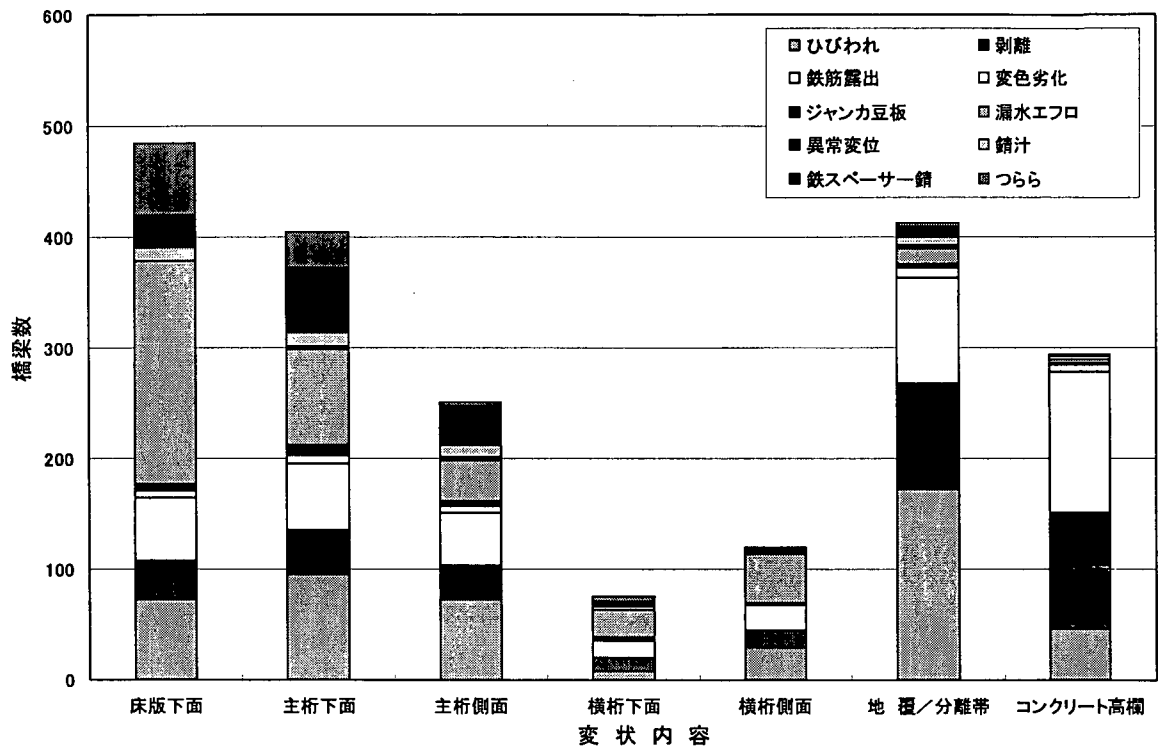


図-Ⅲ.16 変状調査と部位の関係

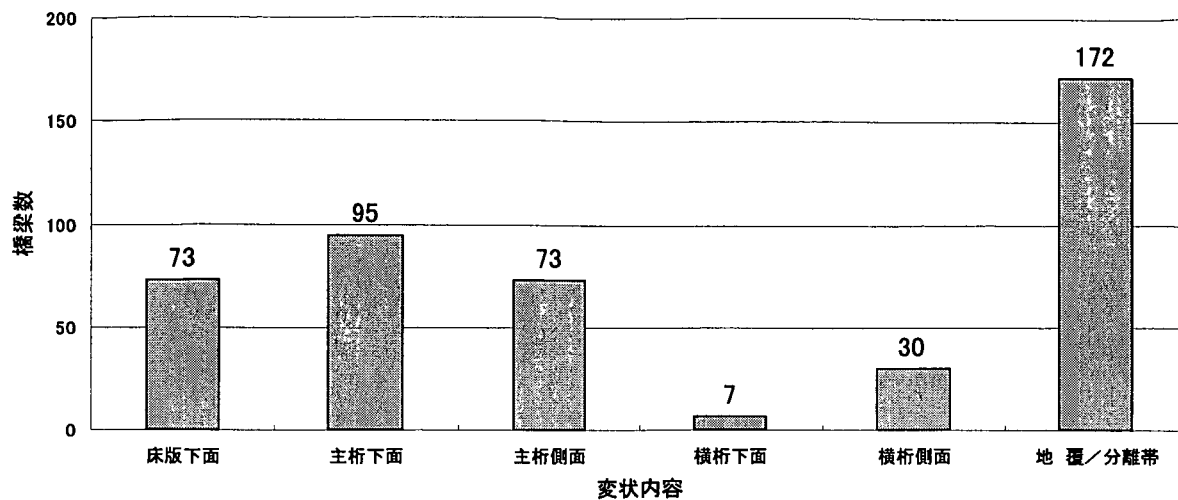


図-Ⅲ.17 変状調査と部位の関係(ひび割れ)

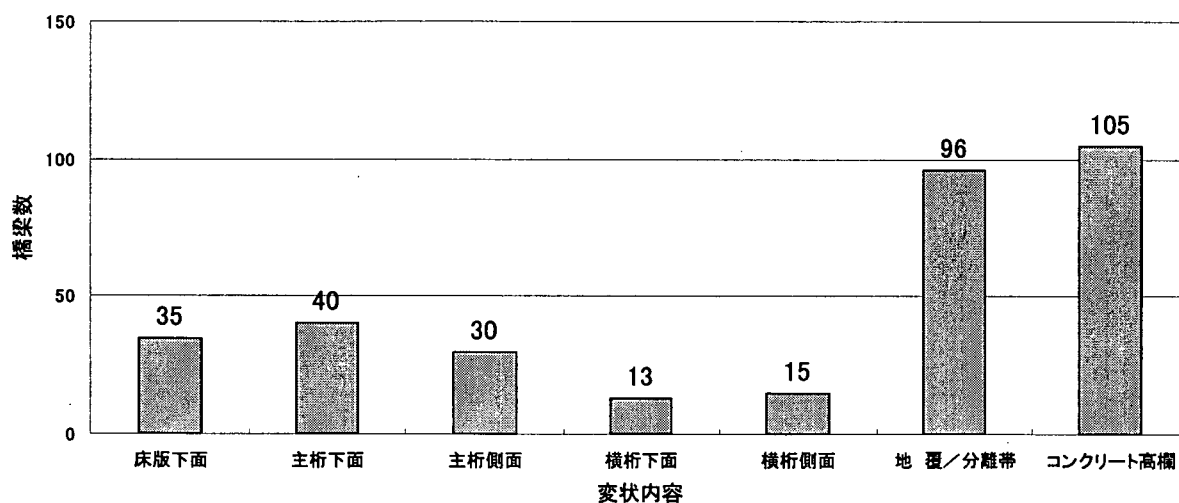


図-Ⅲ.18 変状調査と部位の関係(剥離)

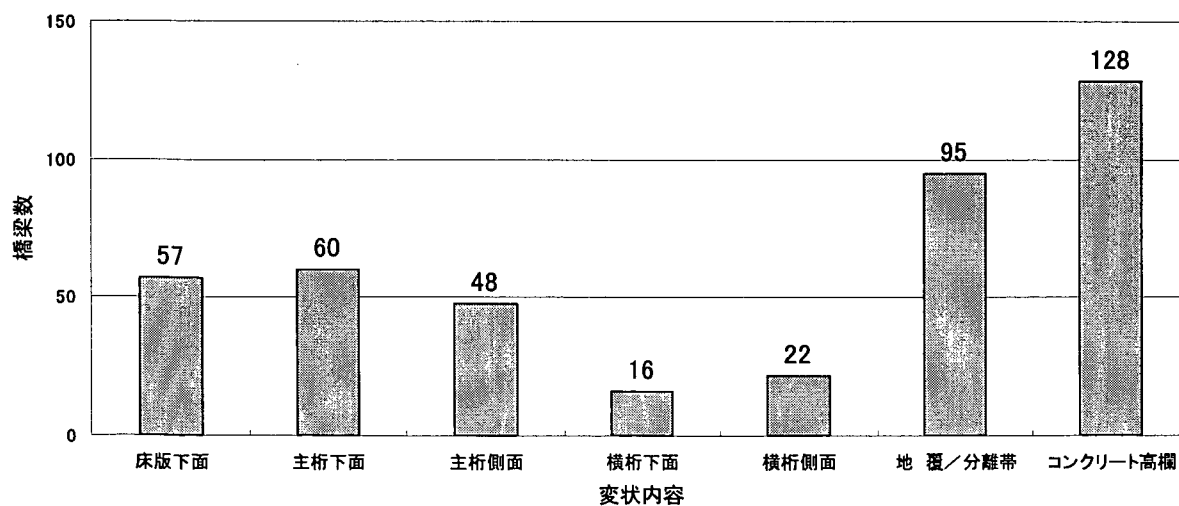


図-Ⅲ.19 変状調査と部位の関係(鉄筋露出)

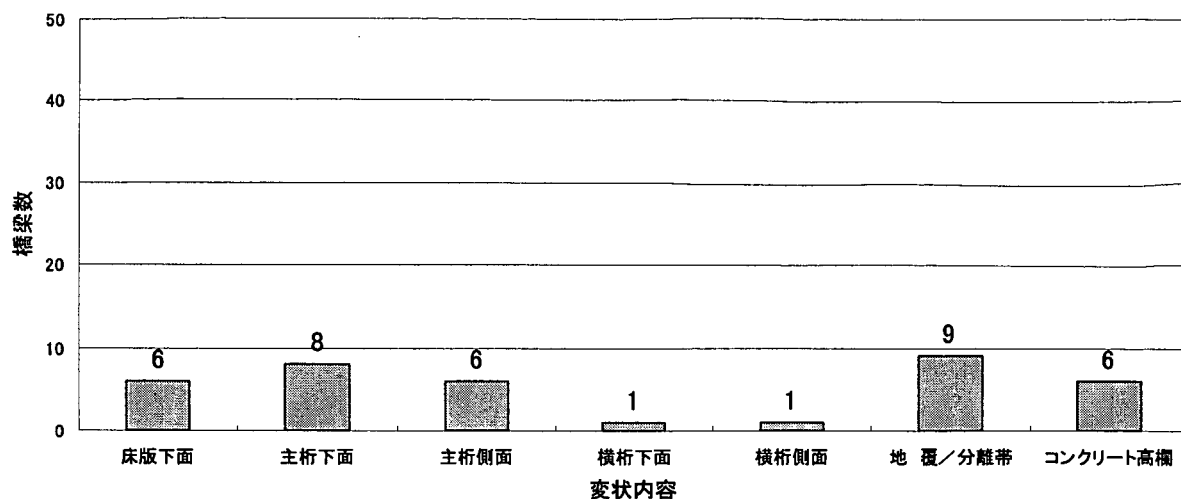


図-Ⅲ.20 変状調査と部位の関係(変色劣化)

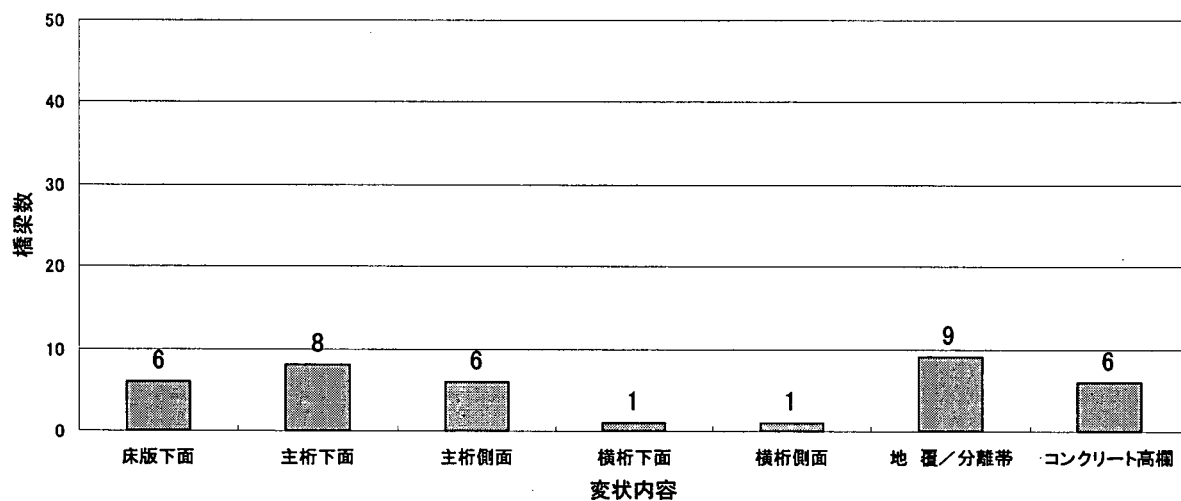


図-Ⅲ.21 変状調査と部位の関係(変色劣化)

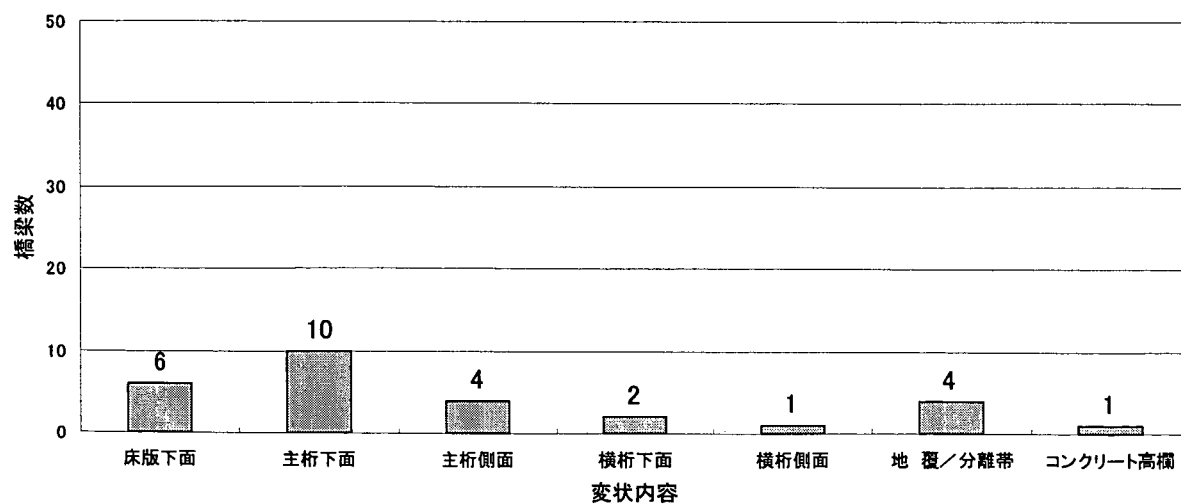


図-Ⅲ.22 変状調査と部位の関係(ジャンカ豆板)

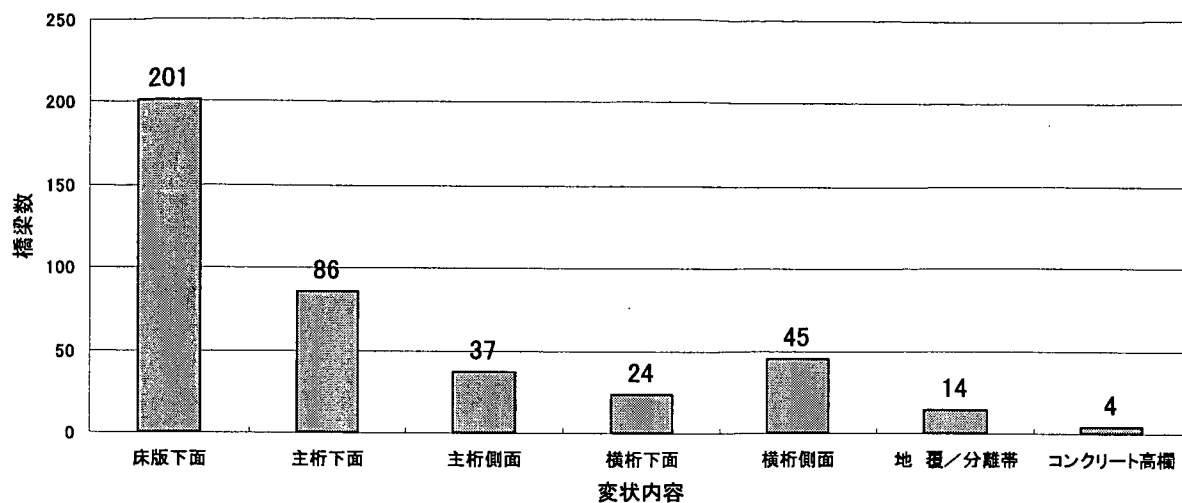


図-Ⅲ.23 変状調査と部位の関係(漏水エフロ)

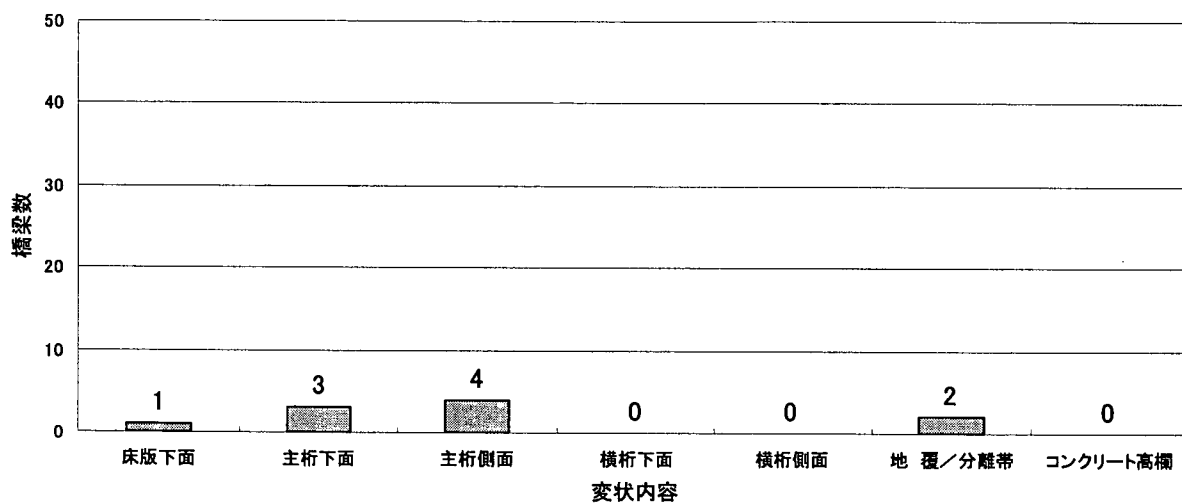


図-Ⅲ.24 変状調査と部位の関係(異常変位)

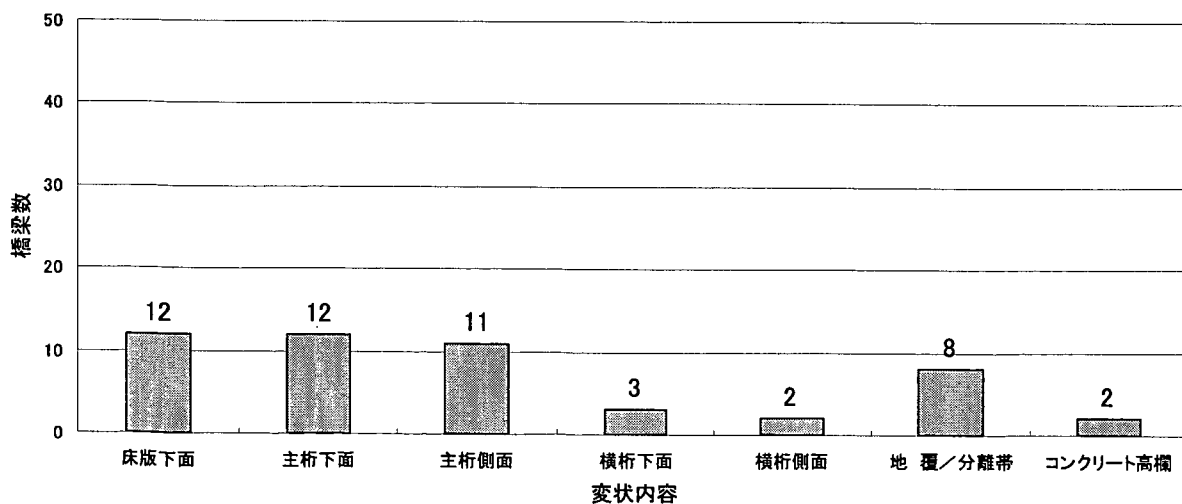


図-Ⅲ.25 変状調査と部位の関係(錆計)

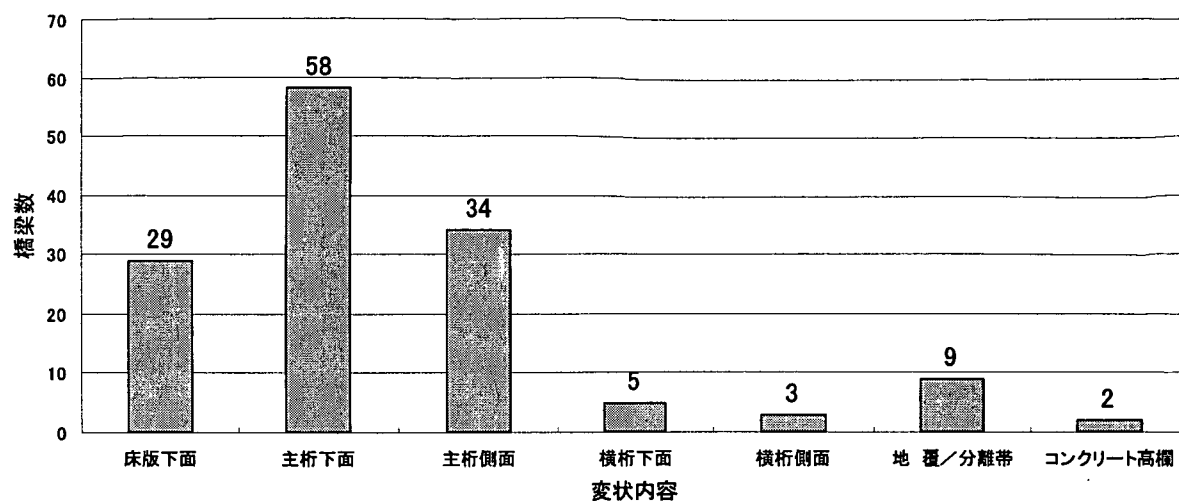


図-Ⅲ.26 変状調査と部位の関係(鉄スペーサー錆)

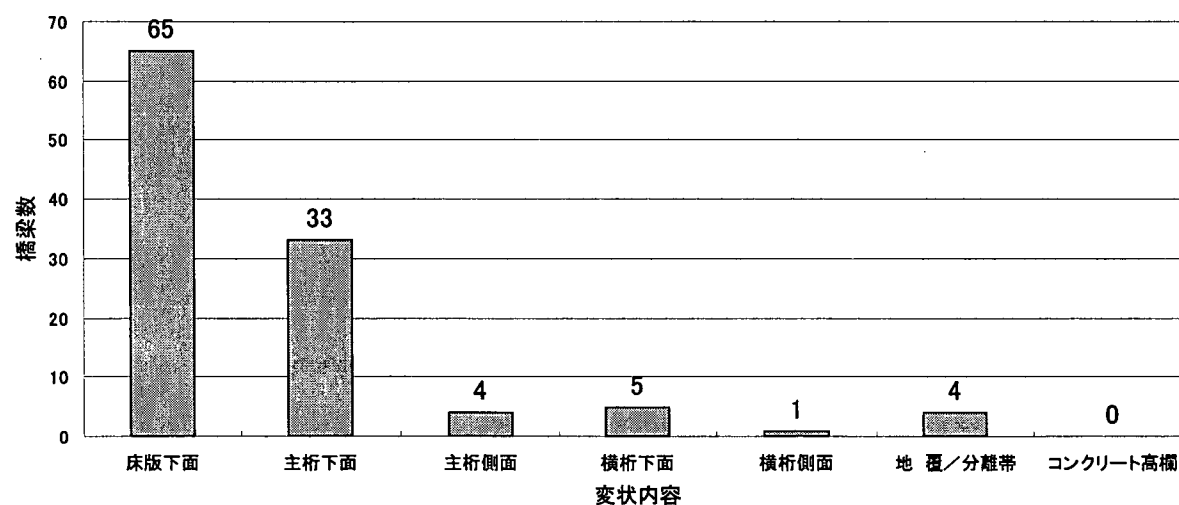


図-Ⅲ.27 変状調査と部位の関係(つらら)

1.4 その他

コンクリート橋の代表的な劣化損傷例のひとつに塩害がある。わが国は海に囲まれているため、海岸地域においては大なり小なり塩害による損傷は報告されている。

特に、冬季の季節風により飛来塩分が多い日本海側の橋梁についてはこれらが極めて深刻な状況にある。塩害に関する文献は多少あるが、例えば建設省東北地方建設局から出された「温海地区 塩害橋対策技術報告書（平成10年3月）」などは参考となる。

1.5 まとめ

今回の調査文献では、コンクリート桁の主な損傷内容は、亀裂・剥離と床版の破損、鉄筋の腐食等が挙げられており、その原因は、海岸部では塩害によるものがほとんどである。また、山間部、都市部では、主桁コンクリートに亀裂剥離を生じているものが多く、これらの損傷部分については、中性化が急速に進行し、鋼材がいずれ腐食することが予想される。

また、変状の発生状況と供用年数の関係は、供用年数20年程度を境に損傷が急激に増加しており、補修が必要となる時期の目安になるではないかと思われる。

また、1.1等で床版の損傷も多く発見されているが、調査対象橋のほとんどがRC桁であるため、PC構造の床版への参考には出来ない。しかしながら、山間部の床版の損傷については、これは凍結防止剤等の散布によるものもあるのではないかと推測される。

IV. コンクリート橋の耐久性に関わる要素技術のポイント

コンクリート橋の耐久性に係わる要素技術のポイント

(1) 本体工に係わる要素技術

PC 橋における損傷は、大きく PC 鋼材に係わるものとコンクリートによるものに分けることが出来る。以下、過去におけるそれぞれの損傷事例を参照し、PC 橋の耐久性に係わる要素技術のポイントと、補修技術に関するポイントを述べる。

1) PC 鋼材

PC 鋼材は通常コンクリートあるいはグラウトモルタルによって皮膜されており、これらが健全な場合においては化学的に劣化するものではないと言われている。しかしながら、PC 鋼材を皮膜しているコンクリートあるいはグラウトモルタルが何らかの要因によって損傷を来す状況となれば、外面からはそれほど大きな損傷とは認識されない状況でも橋梁としては致命的な状況に陥っているケースも十分に考えられる。このことから、PC 鋼材そのものの腐食を防止する技術が極めて有効であることがわかる。

PC 鋼材の防錆対策には、鋼材自体を耐食性の高い材料とすること、あるいは腐食の要因となる橋面（表面）からの水分の侵入を防ぎ PC 鋼材にまで至らなくすることが考えられる。前者の場合には、PC 鋼材自体に炭素繊維やアラミド繊維など高張力で耐食性の高い材料が既に提案され、いくつかの実施事例もある。後者では鋼材にエポキシ樹脂やメッキによって皮膜を構築する方法、プラスチックシースを採用して鋼材の直前での水分侵入を防ぐ方法などが提案されている。これに関連して、グラウト注入の施工精度を懸念してアンボンドタイプの工法を採用するのも有効である。

かぶりを大きくして鋼材までの水分浸透の余裕を持つことも有効な手段である。かぶりの値を設計通り確保するためにはスペーサーの性能にも着目する必要があると思われる。もちろんスペーサー自体の耐食性の高いものを使用することは重要であるが、以外に見落とされやすい。

その他、ケーブル自体を桁本体から取り出し外ケーブル方式を採用することで万が一の補修にも対応しやすい工法も既にいくつか実施されている。

2) コンクリート

コンクリート自体の劣化要因としては、塩害、中性化・化学的劣化、凍害、アルカリ骨材反応が主である。塩害は海岸部分だけでなく、寒冷地における冬季の凍結防止材の散布が要因となるケースも多く、直接 PC 鋼材の腐食に繋がる可能性が高いため、中性化とともに特に重要視すべき項目である。微少なひび割れが発生したのちの凍害はスケーリングなどを引きこす要因となり、コンクリートの剥落、ひいては塩害や中性化が進行しやすい状況となりやすい。

これらの損傷に対しては、水セメント比など配合面での改善や、床版防水層の設置、かぶり厚の増加などが考えられる。さらに施工の品質管理の状況がその後の耐久性に大きく関

与することも事実である。プレキャスト部材を多用するなど製品管理のしやすい工法を採用することも有効な手段である。

3)補修・補強技術

コンクリート構造物は、仕様材料、配合条件、施工条件、養生条件、環境条件などによって経時的に性能が劣化する。このため有る程度性能が劣化した場合には適切な補修あるいは補強を行うことが必要である。補修・補強技術は多少とする損傷の種類、程度によって異なるものである。例えば、軽微なひび割れが確認される程度のものではあればひび割れ内に樹脂などを注入・充填作業を行えばよいが、損傷の度合いが進むにつれ、剥落した断面部や劣化した部分を故意的にはつた後、断面修復を行うケース、さらには鋼板などの接着、外ケーブルによる補強など様々である。補修・補強工法は、供用中の過酷な作業状況下で行われることが多く、作業効率化に配慮されるべきである。さらに、橋梁が供用中であることを考えれば、社会的影響をなるべく少なくする工法も求められる。

(2)支承工に係わる要素技術

PC 橋梁の損傷事例には、支承の損傷事例も数多くみられる。その主な損傷事例には鋼製支承の腐食による移動あるいは回転拘束や、支承事態の据え付け不良などで、これらの損傷が橋梁本体にの損傷に大きく影響を与えることはよく知られている。これらの傾向は鋼橋においても同じであり、PC 橋、鋼橋にかかわらず、近年ゴム系の支承が多く用いられるようになってきた。

ゴム系の支承の耐用年数は鋼製支承のそれより長いと言われてはいるが、これらを証明する確固たるデータが収集されていないことが今後の課題の一つである。なお、平成8年に改訂された道路橋示方書・同解説 V（耐震設計編）において、支承に求められる性能が多く盛り込まれ、支承事態の規模あるいは価格が大幅に大きくなってきている傾向にある。この問題に対しては既に機能分散型支承という新しい技術も提案されている。

この他にも橋座面に排水勾配や溝を設けて排水能力の確保を行う計画や、沓座モルタルにプレミックスタイプのような品質に優れ、施工性のよいものを選定することも重要な着眼点である。

(3)伸縮装置工に係わる要素技術

伸縮装置の損傷としては、鋼製フィンガージョイントのフィンガー部の欠落や後打ちコンクリート部のひび割れなどが報告されている。このため後打ちコンクリート部には入念な施工が必要であり、ひび割れの発生しにくい繊維補強コンクリートや樹脂コンクリートを採用することも有効な対策と成りうる。

また、過去に伸縮装置からの漏水、あるいは土砂の落下により、その下の支承の損傷を誘発する要因となるケースが多く報告されている。このことから、伸縮装置には基本的に

非排水型の水密性の高い技術が必要である。特に地覆部についても同様の漏水となる要因を避ける構造とすることが必要である。

また、伸縮装置の補修においては通過交通の規制が不可欠である。このため耐久性を高めることはもちろん、補修作業の簡略化を考慮した技術も必要な課題である。

(4)床版防水工に係わる要素技術

PC 橋の場合、プレキャスト桁の間詰め部分やプレキャストブロックの目地部など雨水の浸透しやすい構造が多い。そもそも床版は輪荷重を直接受ける厳しい状況下にあるため、他部位に比べるとひび割れの発生しやすい部位と言える。特に PC 橋では床版と主桁が一体構造となっているため、床版のひび割れはそのまま主桁部内の鉄筋、あるいは PC 鋼材の腐食に直接継がる可能性が極めて高い。このため床版の防水工は橋梁の耐久性向上のためには避けては通れない重要な項目である。

防水工にはシート系の防水工、塗膜系防水工、舗装系防水工などが提案、採用されている。