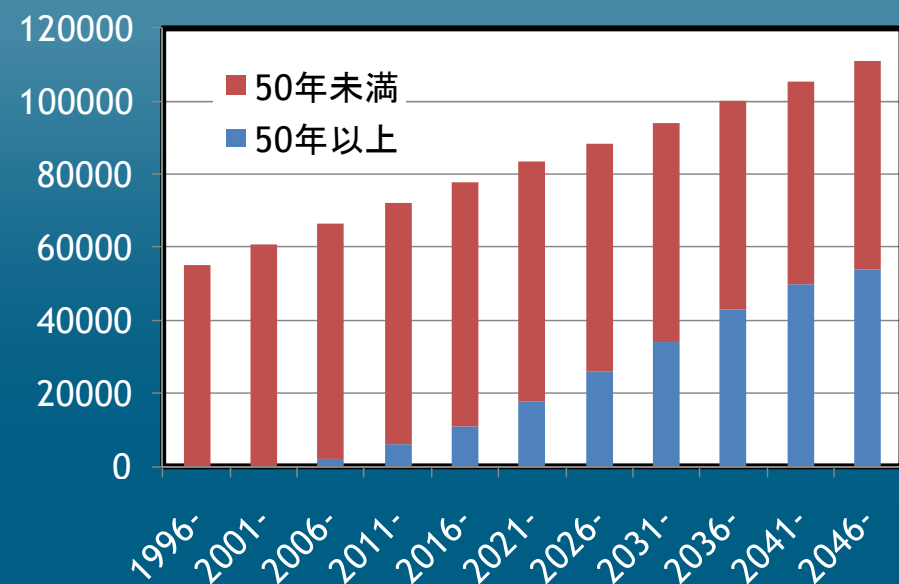
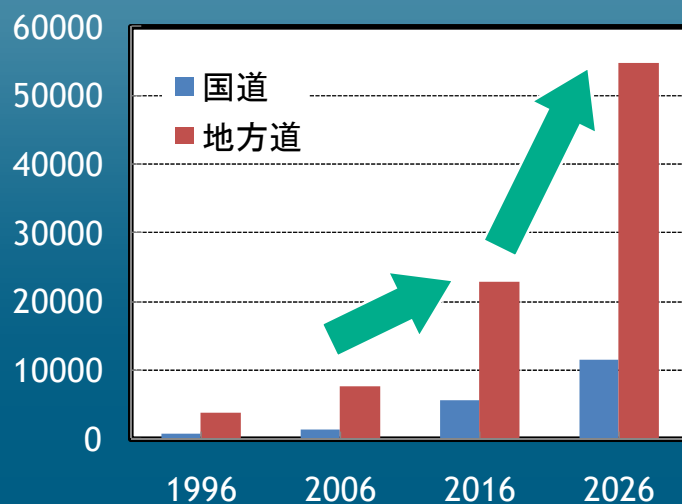


PC構造物の復元設計手法 の確立研究委員会

委員長	芝浦工業大学	魚本健人
幹事代表	東京大学	加藤佳孝
WG1主査	埼玉大学	牧 剛史
WG2主査	関東学院大学	出雲淳一
WG3主査	芝浦工業大学	勝木 太
幹事	鹿島建設	大塚一雄
幹事	オリエンタル白石	手塚正道

道路橋の現状と将来予測 (コンクリート構造診断技術より)



50年以上の橋梁の推移

PC橋の将来予想

PC橋の割合: 37%(橋梁数), 30%(橋梁延長)

コンクリート構造診断士の役割(抜粋)

(コンクリート構造診断士webより)

PC技士が、主として新設のPC構造物に関する計画、設計、施工に関わってきたのに対して、コンクリート構造診断士は、膨大な数の既設コンクリート構造物の診断と維持管理に関わる場所が異なります。

コンクリート構造診断士には、コンクリート構造物を対象として、その劣化の程度を診断し、維持管理の提案を行うだけでなく、構造物全体としての耐力、耐震性能等の診断に関する助言や判断が求められることがあります。したがって、コンクリート構造診断士は、**既設のコンクリート構造物の維持管理計画や調査、測定を行うために必要な構造に関する基本的な知識を有するばかりでなく、構造物としての構造性能の評価や判定に関しても、的確に判断して指導できることが重要です。**

コンクリート構造診断士の役割(抜粋)

(コンクリート構造診断士webより)

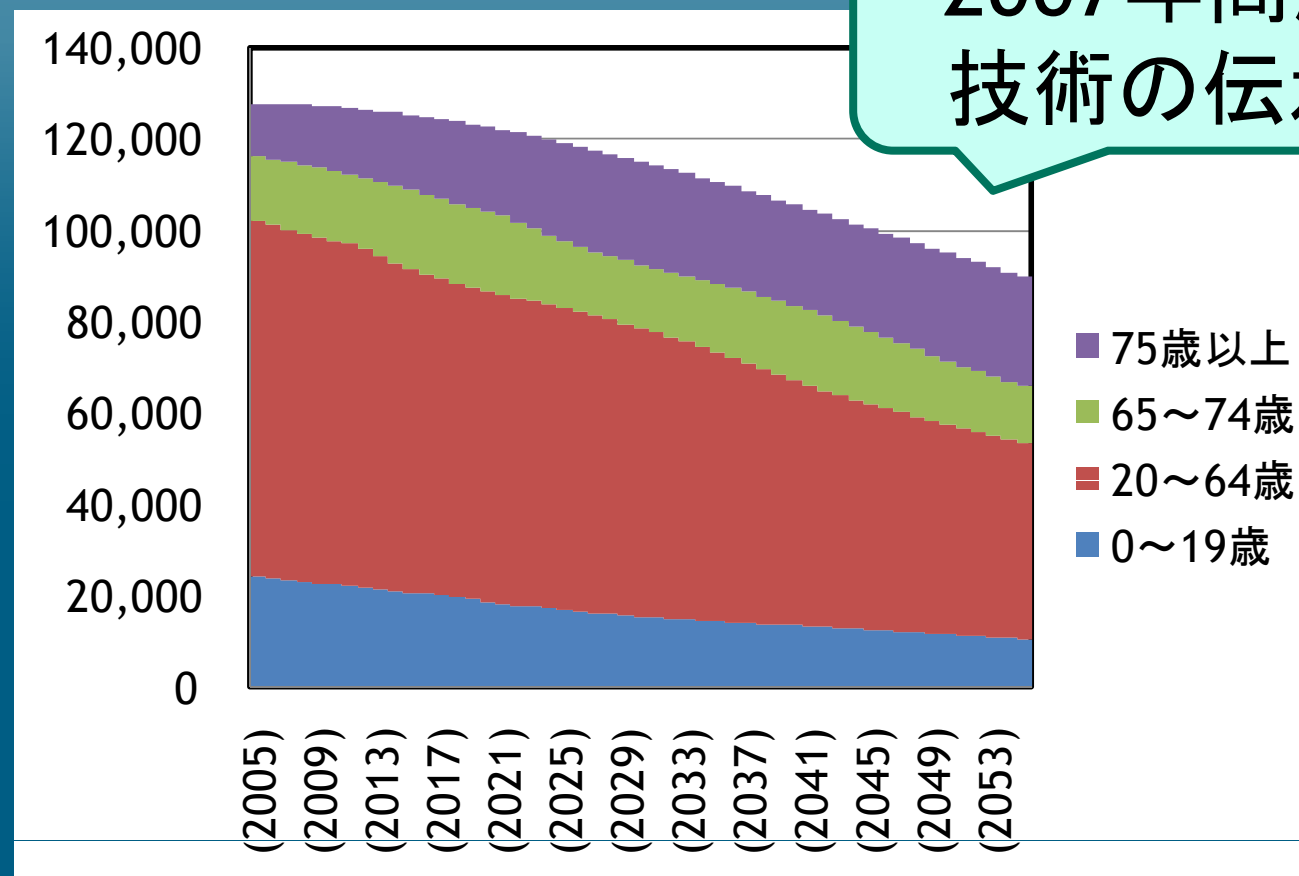
PC技士が、主として新設のPC構造物に関する計画、設計、施工に関わってきたのに対して、コンクリート構造診断士は、膨大な数の既設コンクリート構造物の診断と維持管理に関わるところ

極めて広範な知識と経験が必要不可欠！

断が求められることがあります。したがって、コンクリート構造診断士は、既設のコンクリート構造物の維持管理計画や調査、測定を行うために必要な構造に関する基本的な知識を有するばかりでなく、構造物としての構造性能の評価や判定に関しても、的確に判断して指導できることが重要です。

日本の将来推計人口 (平成18年12月推計)

2007年問題
技術の伝承



委員会の設立趣旨

(委員長メモより)

既存PC構造物の安全性評価等を行う際に、設計図面、設計計算書などが残されていないことが多い。このため、その後の設計基準の変化や各種劣化の進行に伴うPC構造物の安全性を評価する際に多くの困難が発生する。特に、地方公共団体が管理するPC構造物では、その影響が顕著に表れると想定され、また、既存構造物を適切に維持管理するためには、過去の技術を次世代に伝承することも極めて重要である。

本研究委員会では、復元設計を行った場合にどのような問題が発生する可能性があるか、またその対策はどのようにすればよいかを土木構造物を中心として試設計を実施することで行う。

委員会メンバー（順不同，敬称略）

委員長: 魚本健人(芝浦工業大学)

幹事: 加藤佳孝(東京大学)，牧剛史(埼玉大学)，出雲淳一(関東学院大学)，勝木太(芝浦工業大学)，手塚正道(オリエンタル白石(株))，大塚一雄(鹿島建設(株))

委員: 三矢寿((株)オリエンタルコンサルタンツ)，篠原輝之(新構造技術(株))，田中政章((株)富士ピー・エス)，中井聖棋((株)ピーエス三菱)，笠井真吾((株)安部日鋼工業)，秋山清志(オリエンタル白石(株))，稲原英彦(大成建設(株))，内田誠二郎(三井住友建設(株))，大木篤((株)日本構造橋梁研究所)，土田 一輝((株)清水建設)，小原淳一(八千代エンジニアリング(株))，橋本学((株)大林組)，山崎啓治(鹿島建設(株))，坂本剛士((株)シンワ検査)，中崎明行((株)KSK)，土橋勉((株)アミック)，広野進((株)ダイム)，佐藤登(三協(株))，左東有次(富士ピーエス)，堀内達斗(ピーエス三菱)

WG構成

復元設計手法の検討と問題点の抽出

WG1: 牧主査, 手塚幹事

対象: スパン50m以下のPC橋

- ・プレテンション／ポストテンションT桁
- ・プレテンション中空床版桁／I桁

WG2: 出雲主査, 大塚幹事

対象: 特殊橋梁

- ・特に張出し架設のPC箱桁橋

現場計測による
情報収集の
可能性検討

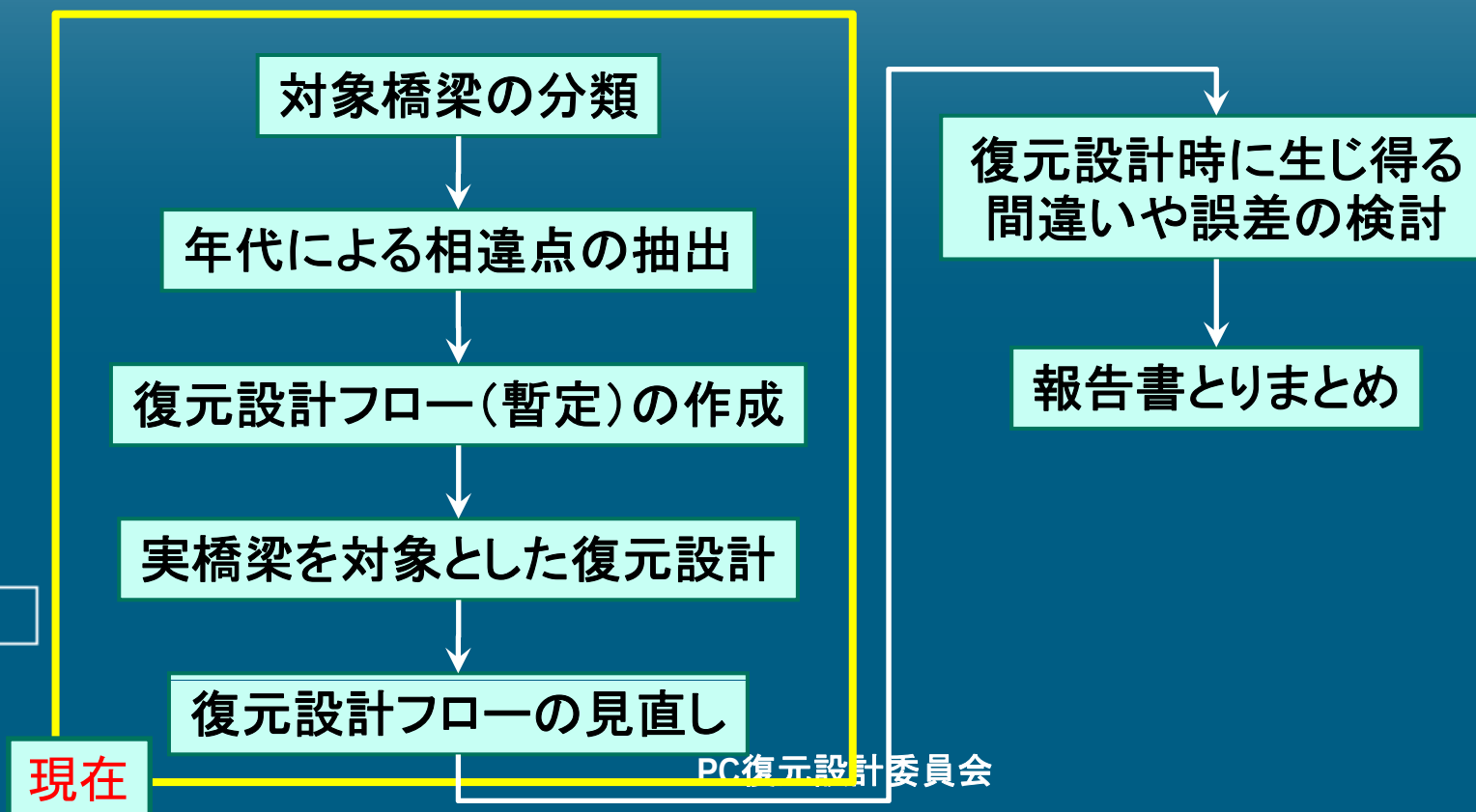
WG3:

勝木主査

- ・非破壊
- ・(微)破壊
- ・各種計測技術

WG1検討内容の概要

事前調査, 現地簡易調査, 現地詳細調査を組み合わせ,
対象橋梁設計当時の設計基準に基づく詳細構造図面を復
元するフローの作成

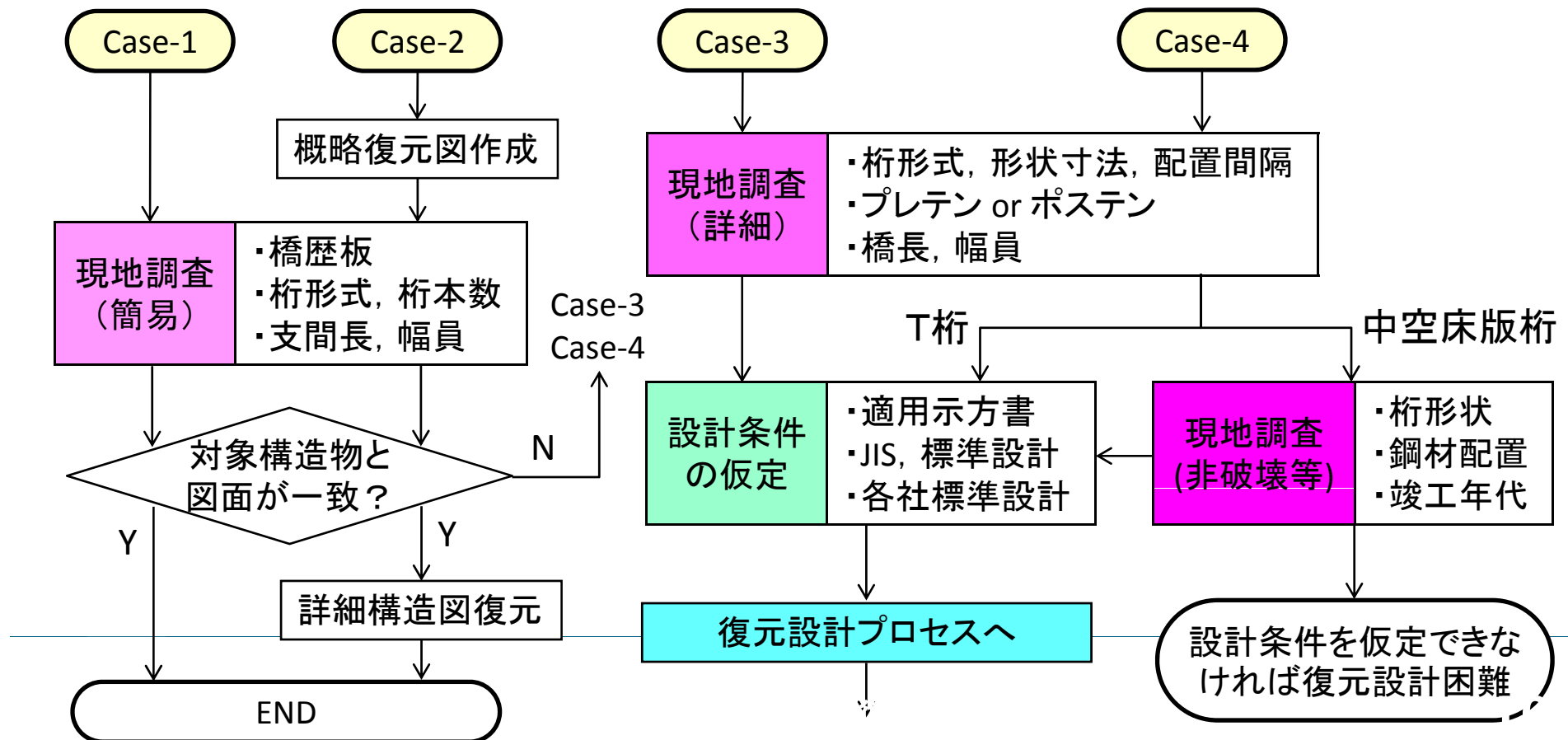


復元設計フローの概略

事前調査	・設計図書(詳細構造図, 設計計算書) ・橋梁台帳(橋長, 幅員, 設計荷重, 適用示方書, 竣工年月) ・橋歴板(橋名, 竣工年月, 適用示方書, 活荷重, 定着方式, 設計・施工会社)
------	--



	詳細構造図	設計計算書	橋歴板・橋梁台帳
Case-1	○	—	—
Case-2	×	○	—
Case-3	×	×	○
Case-4	×	×	×

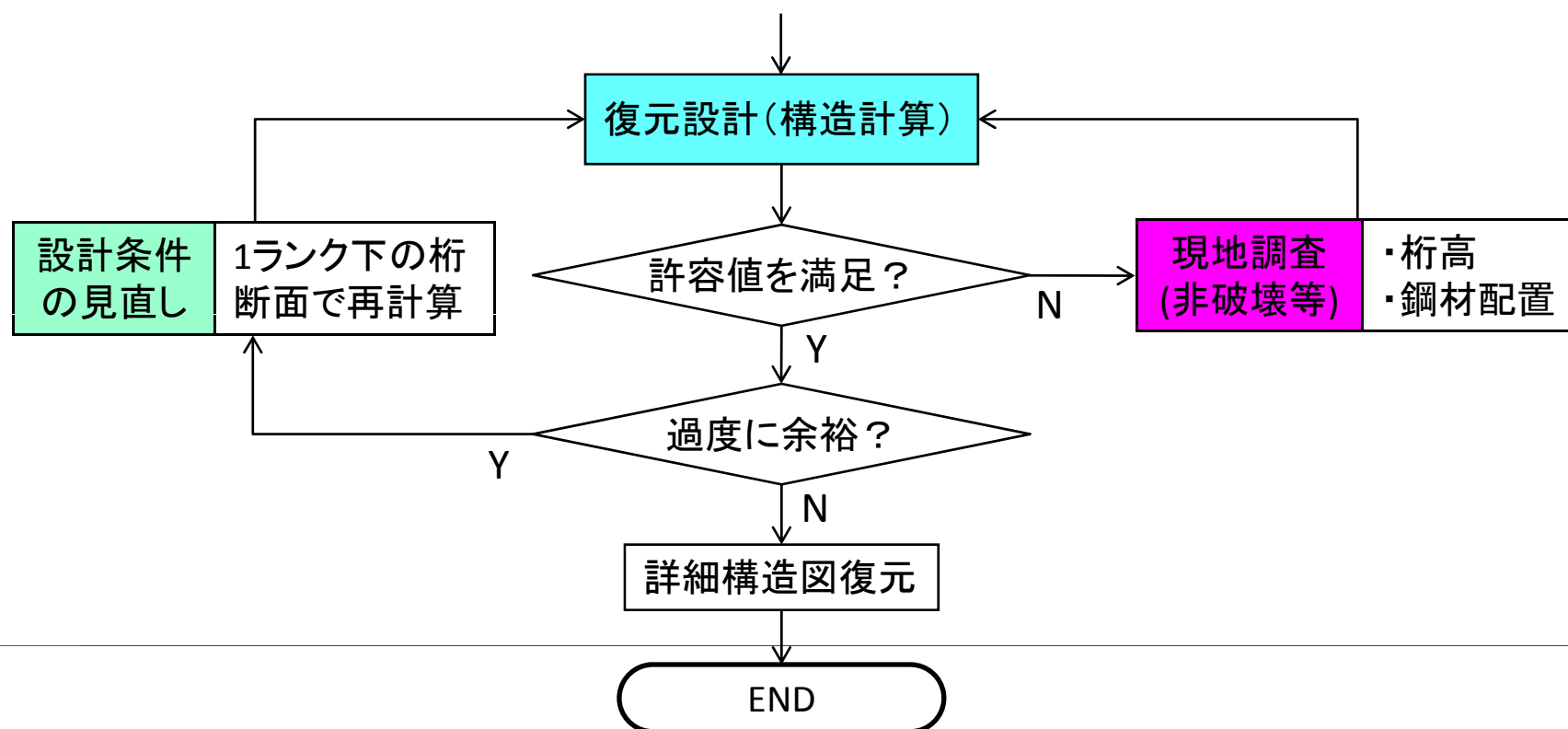


復元設計フローの概略

事前調査	・設計図書(詳細構造図, 設計計算書)
	・橋梁台帳(橋長, 幅員, 設計荷重, 適用示方書, 竣工年月)
	・橋歴板(橋名, 竣工年月, 適用示方書, 活荷重, 定着方式, 設計・施工会社)



	詳細構造図	設計計算書	橋歴板・橋梁台帳
Case-1	○	—	—
Case-2	×	○	—
Case-3	×	×	○
Case-4	×	×	×



復元設計の実施

	詳細 構造図	設計 計算書	橋歴板・ 橋梁台帳
Case-1	○	—	—
Case-2	×	○	—
Case-3	×	×	○
Case-4	×	×	×

Case-3: 橋歴板・橋梁台帳の情報のみ

Case-1: 詳細構造図がある場合

を対象として、右の4橋について復元設計を実施

プレテンションT桁

施工年度: 1966(S41)年

橋長15.64m, 幅員9.2m, 主桁本数13本

ポストテンションT桁

施工年度: 1971(S46)年

橋長35.90m, 幅員12.4m, 主桁本数73本

プレテンションI桁

施工年度: 1961(S36)年

橋長13.9m, 幅員6.7m, 主桁本数19本

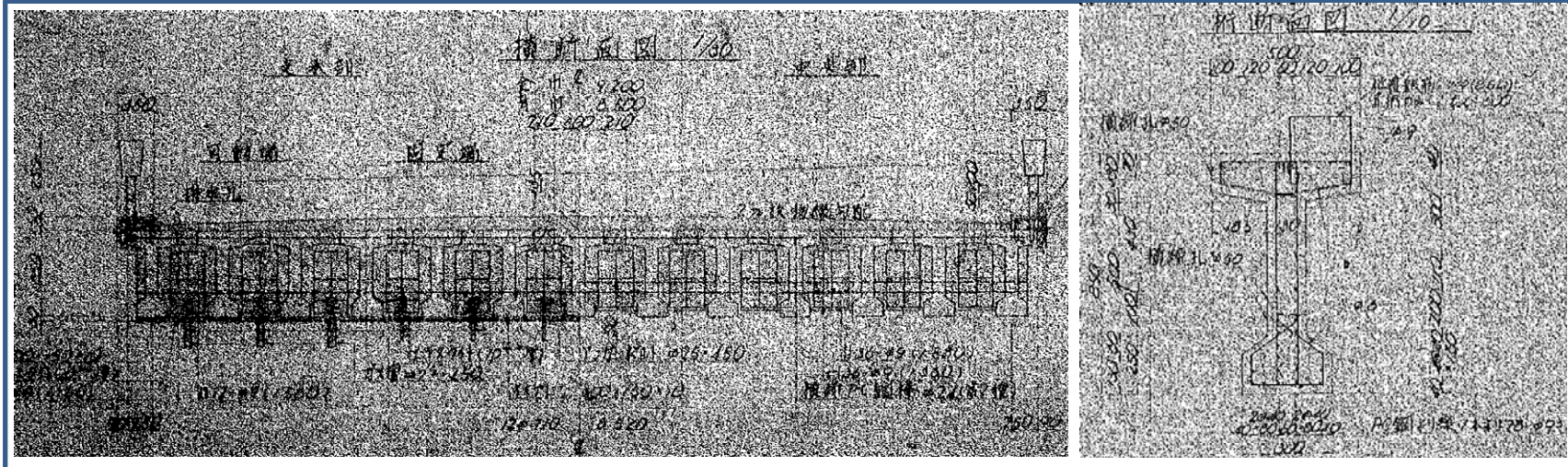
プレテンション中空床版桁

施工年度: 1976(S51)年

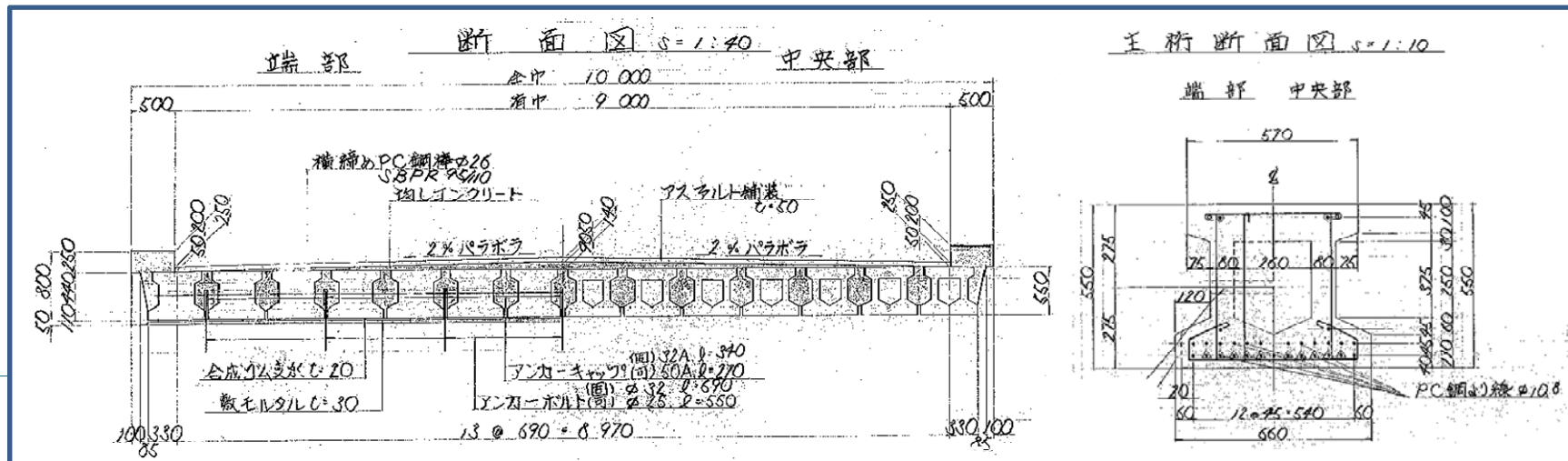
橋長15.8m, 幅員10.0m, 主桁本数14本

復元設計の対象とした橋梁

プレテンションT桁 施工年度:1966(S41)年



プレテンション中空床版桁 施工年度:1976(S51)年



プレテンションT桁

項 目	単位		復元設計A		復元設計B		復元設計C		備考
			第1段階 Case-3	第2段階 Case-1	第1段階 Case-3	第2段階 Case-1	第1段階 Case-3	第2段階 Case-1	
横断勾配	%	設定値	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	2.0	推定の 相違
		根拠	推定	図面	推定	図面	推定	図面	
緊張力	t/本	設定値	6.2	6.2	5.7	5.7	6.2	6.2	導入時・ 直後相違
		根拠	JISA5316	JISA5316	JISA5316	JISA5316	JISA5316	JISA5316	
高欄荷重	kg/m	設定値	60	60	50	50	60	60	推定の 相違
		根拠	推定	推定	推定	推定	推定	推定	
合成応力度 (設計 荷重時)	kg/cm ²	上縁	100.1	100.1	98.7	98.7			緊張力の 相違
		下縁	32.4	32.4	21.3	21.3			
		許容値	0 ≤ σc ≤ 150						

プレテンション中空床版桁

項 目	単位		復元設計A		復元設計B		復元設計C		備考
			第1段階 Case-3	第2段階 Case-1	第1段階 Case-3	第2段階 Case-1	第1段階 Case-3	第2段階 Case-1	
桁高	mm	設定値	600	550	600	550	600	550	標準桁と 相違
		根拠	H115	図面	H115	図面	H115	図面	
鋼材本数	本	設定値	Φ10.8-24	Φ10.8-31	Φ10.8-28	Φ10.8-31	Φ10.8-24	Φ10.8-31	B鋼材本 数追加
		根拠	H115	図面	H115	図面	H115	図面	
緊張力	kg/mm ²	設定値	108.0	108.0	125.0	125.0	125.0	125.0	推定の 相違
		根拠	推定	推定	推定	推定	推定	推定	
合成応力度 (設計 荷重時)	kg/cm ²	上縁	139.5	138.8	148.1	143.6	154.2	164.2	A/C
		下縁	-25.6	1.6	13.3	3.3	-19.0	1.1	Case-1
		許容値	-18 ≤ σ ≤ 150						OUT

現時点でのまとめと今後の検討課題

- 施工年代と適用示方書が分かれば、復元設計はほぼ可能
- プレテンションT桁は、施工年代が不明であっても、桁形状からある程度推測可能
- 中空床版桁は、施工年代が不明なものは復元設計が困難
 - 現場計測により、施工年代を逆推定する手法を模索
 - 主桁形状は各種標準設計があり、その特徴を資料としてまとめる
- 実施した復元設計結果を詳細に分析して、復元設計時に生じ得る間違いや誤差について検討

WG2 目次(案)

1. 復元設計概論

目的, 適用範囲, 復元設計の流れ, 設計の変遷, 構造性能照査と復元設計
(目的に応じた, 復元設計の留意点)

2. 復元設計の手順と留意点

設計の流れ, 資料収集, 現場踏査, 構造形状寸法, 床版の設計, 主桁の設計, 横桁の設計
(設計フローに沿った各設計時点での留意点)

3. 復元設計事例

復元設計事例(PC鋼棒), 復元設計事例(PC鋼より線), 復元設計結果の差異

WG2 検討内容

1. 各委員によるPC鋼棒を使用したPC橋の復元設計(中田切川橋)
→構造図までの資料を元に復元設計を実施した結果、**PC鋼材配置などで差異が生じた**
2. PC鋼より線を使用したPC橋の復元設計(沢水第二橋)
→**PC鋼材種類**による復元設計への影響を確認(実施中)
3. **復元設計フロー**の作成
4. 熟練技術者への各年次の設計ポイントに関するヒアリング
→**文書化されていない、慣例のポイント**を整理(実施中)

復元設計事例 1

対象橋梁

橋梁名: 中田切川橋

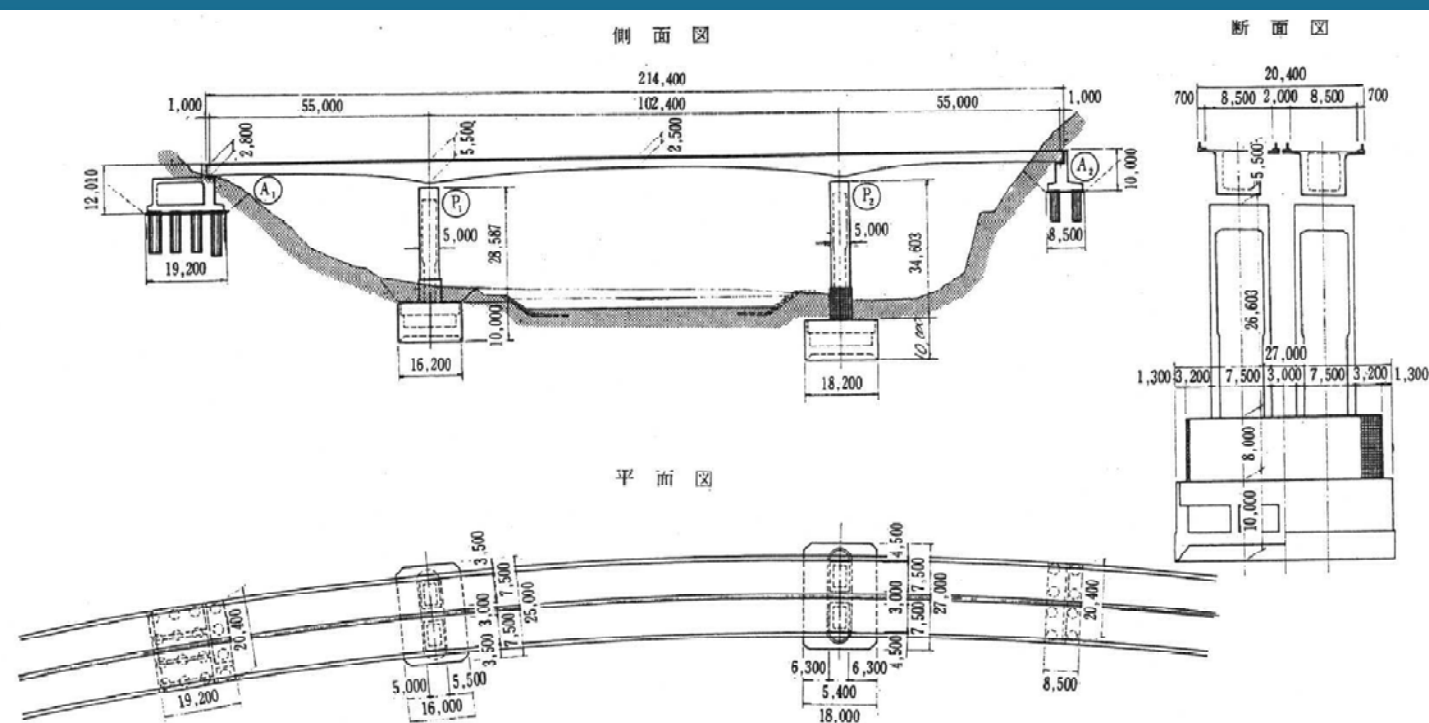
竣工年度: 昭和49年

橋長: 212.4m

支間割り: 55.0+102.4+55.0m

架設方法: 張出し架設

定着工法: ディビダーク工法



中田切川橋一般図

復元設計事例 2

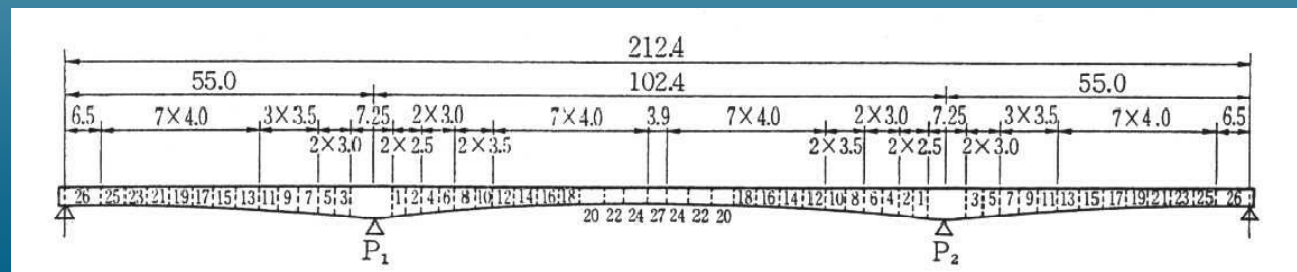
検討方針

入手資料の違いが復元設計の精度に及ぼす影響を把握するため、以下の2ケースについて復元設計を行った

	復元設計①	復元設計②
橋梁台帳	○	○
橋梁一般図	×	○
構造一般図	×	○
	主要断面形状, 施工ブロック割りは既知	使用材料, 部材厚の すり付け形状は既知

復元設計事例 2

復元設計①の入手資料(橋梁台帳のみ)

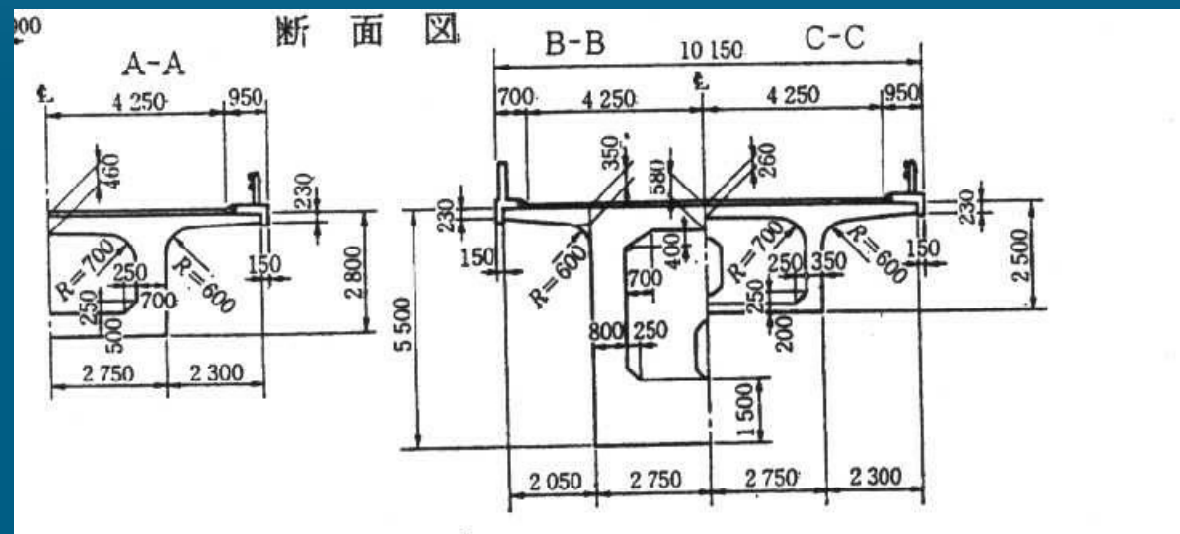


主要断面図

A:側径間端部

B:中間支点部

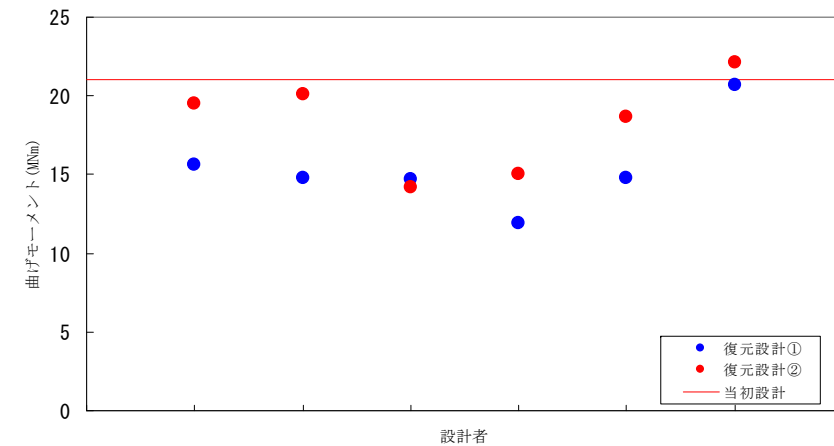
C:支間中央部



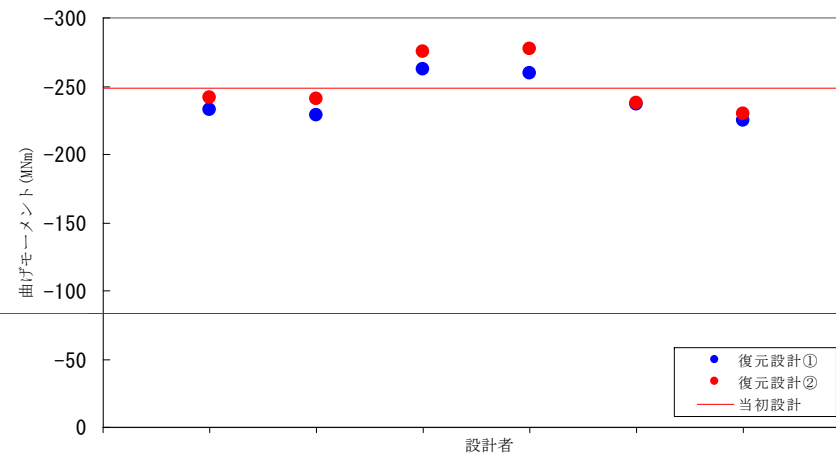
復元設計事例 2

復元設計結果 (曲げモーメント)

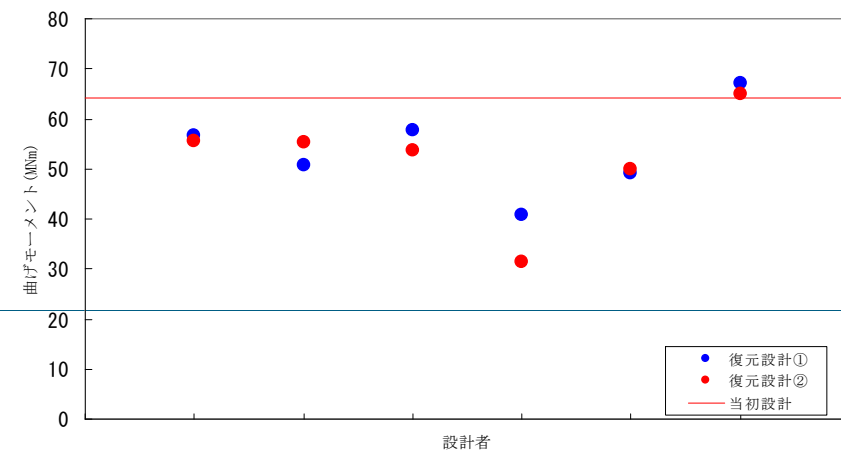
曲げモーメントの比較（側径間）



曲げモーメントの比較（中間支点）



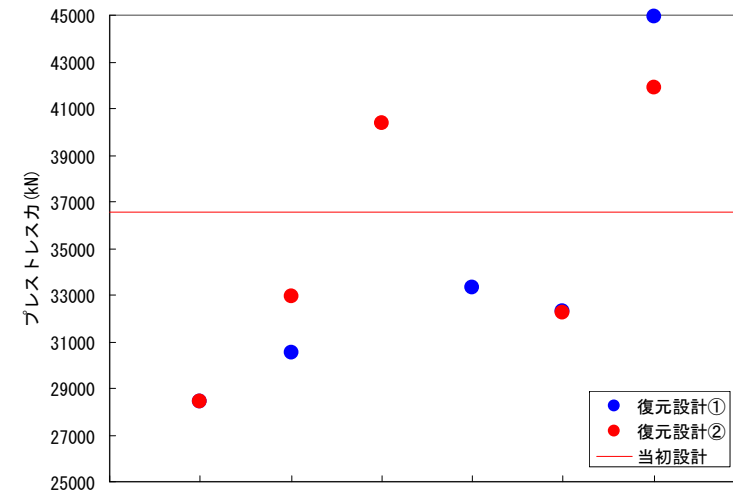
曲げモーメントの比較（中央径間）



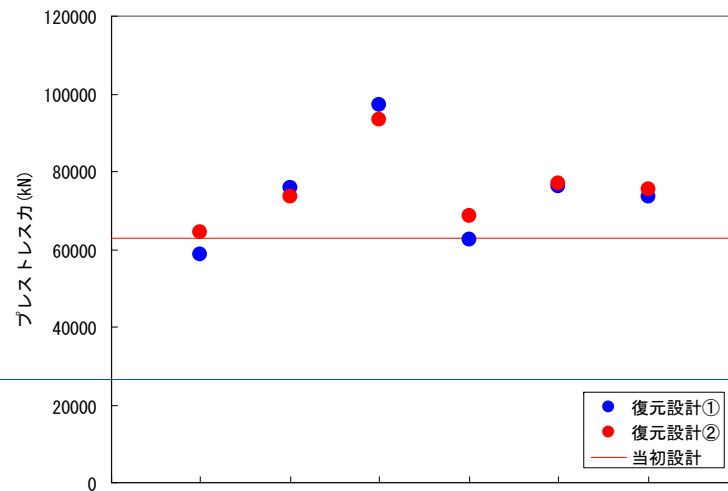
復元設計事例 2

復元設計結果 (プレストレスカ)

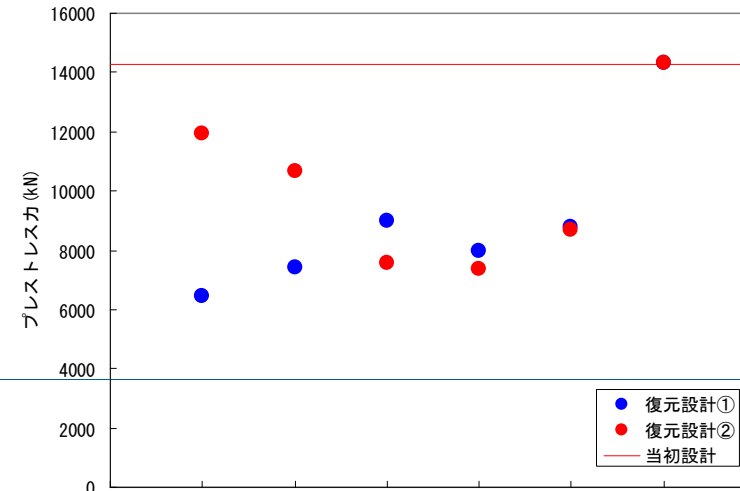
プレストレスカの比較 (連結鋼材 (中央径間))



プレストレスカの比較 (張出し鋼材)



プレストレスカの比較 (連結鋼材 (側径間))



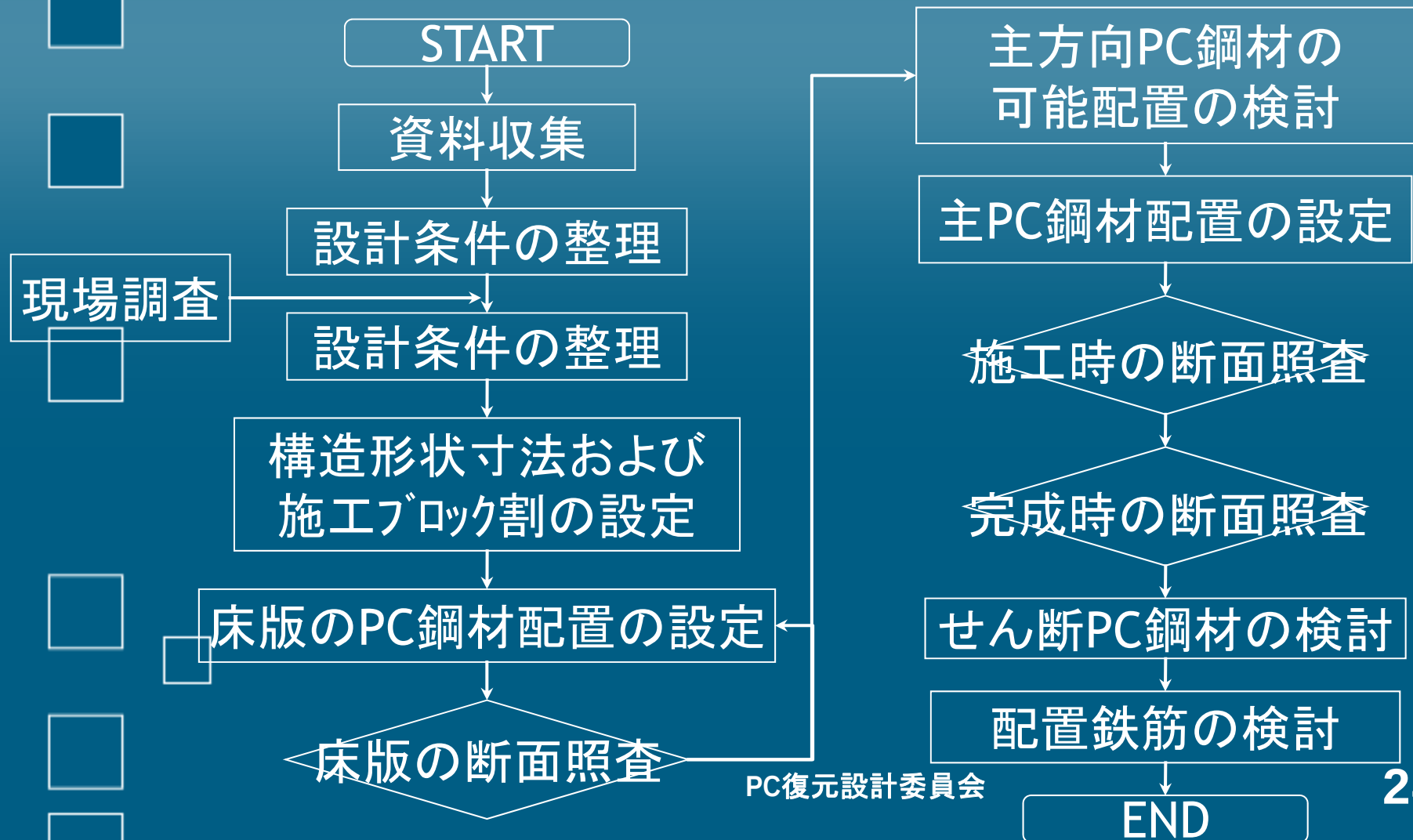
復元設計事例から

- ✓ PC鋼材の有効緊張力が異なることにより、鋼材本数に差が生じる
- ✓ PC鋼材配置の推定について、精度が異なることにより、復元設計結果にばらつきが生じる

精度向上の対策

- ・ 床版横締め配置などから主ケーブル配置を検討する
- ・ 当時の設計手法（慣例）を調べる

WG2 設計フロー(案)





WG3の検討内容の概要

- 橋歴，図面等が無い場合，復元設計の精度を確保するために必要な内部情報の抽出

(WG1, WG2から要求される内部情報)



上部工の構造形式ごとに整理

- 上記内部情報を調査・検査するための手法および方法の提案
- 調査・検査手法によって得られる内部情報の精度の明確化



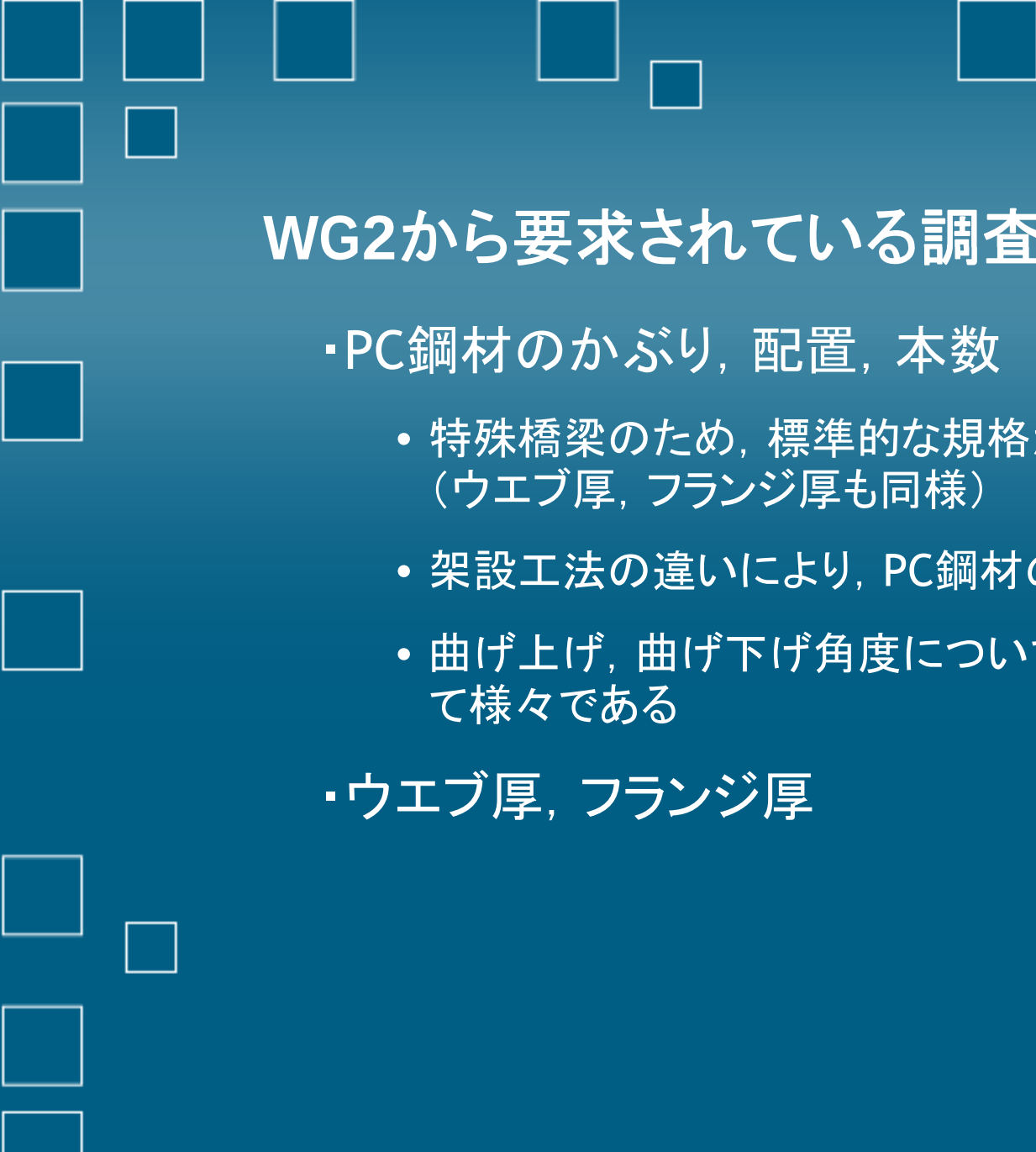
WG1から要求されている調査・検査項目

・桁高

- 水切りがあるため、直接桁高を測定できない
- JIS規格適用桁であれば、桁高が50mm刻みで製作されていること、上フランジ形状が決まっていることから、桁高を推定できる可能性がある
- JIS規格適用桁以外については、JISの適用支間と実施設計の断面が異なる場合があるので、推定ができない
- 橋軸直角方向（横断方向）の道路勾配がある場合は、各々の桁高が異なるため、両サイドの桁高を調査する必要がある

・PC鋼材のかぶり、配置、本数

- 橋歴がわかり、JIS規格対応型であれば推定可能
- 上記以外、あるいはポストテンション方式については推定不可能



WG2から要求されている調査・検査項目

・PC鋼材のかぶり, 配置, 本数

- 特殊橋梁のため, 標準的な規格がなく推定不可能 (ウェブ厚, フランジ厚も同様)
- 架設工法の違いにより, PC鋼材の配置が異なる
- 曲げ上げ, 曲げ下げ角度については, 設計者によって様々である

・ウェブ厚, フランジ厚

A series of white squares of varying sizes arranged in a decorative pattern on the left side of the slide.

今後の活動内容

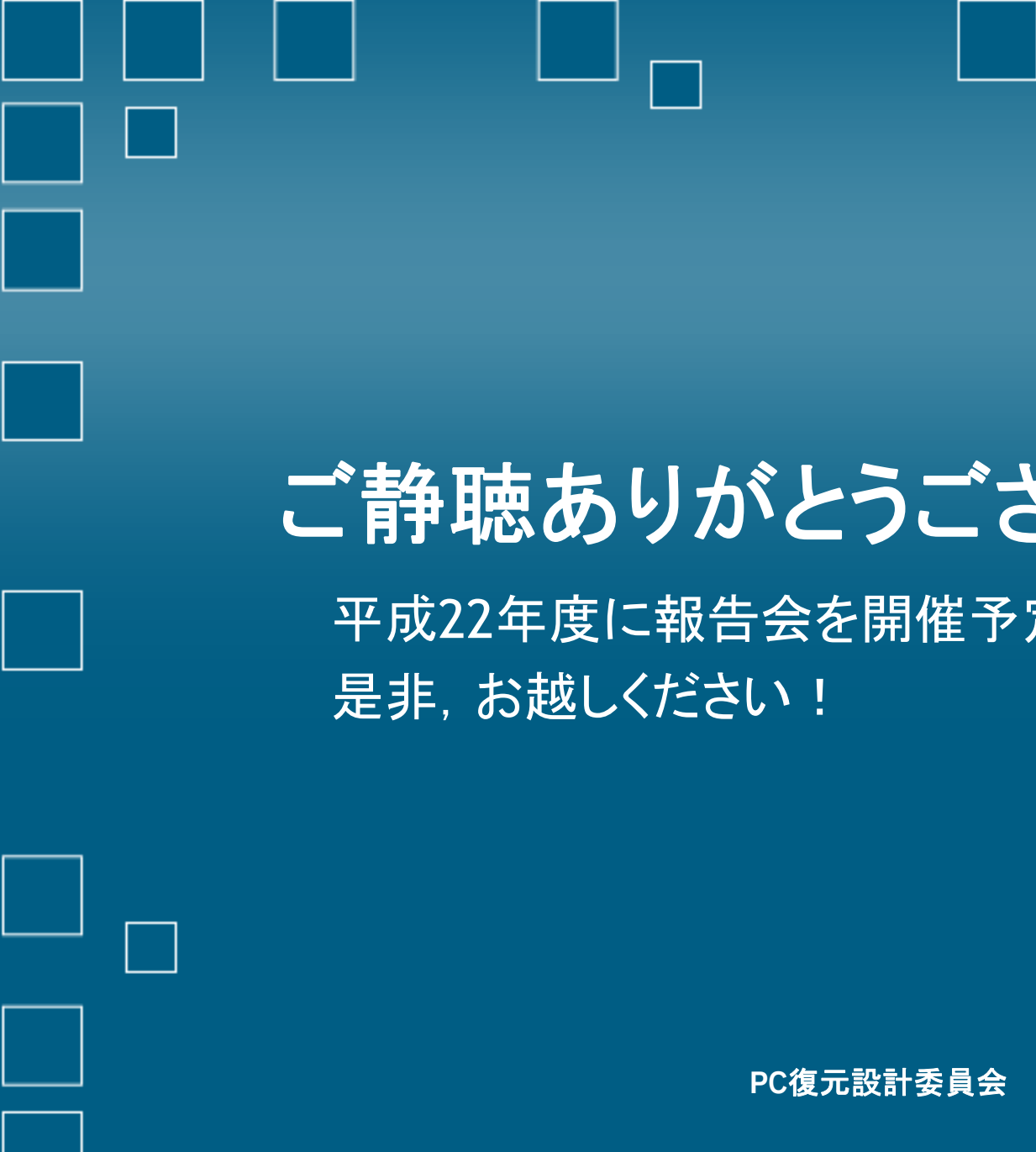
- 各WGから要求された内部情報を明らかにするための微破壊, 非破壊検査による調査・検査手法および方法の提案

例えば, 手法:レーダ法

方法:①舗装面から調査する場合

②コンクリート面から調査する場合

- 
- A series of white squares of varying sizes arranged in a decorative pattern on the left side of the slide.
- 上記の調査・検査に対する精度の明確化
 - 上記の調査・検査における留意点の整理

A series of white-outlined squares of various sizes are arranged in a grid-like pattern along the left and top edges of the slide, serving as a decorative element.

ご静聴ありがとうございました

平成22年度に報告会を開催予定です
是非、お越しください！