

既設PC構造物のプレストレス調査

●コア切込みによる 残存プレストレス推定手法

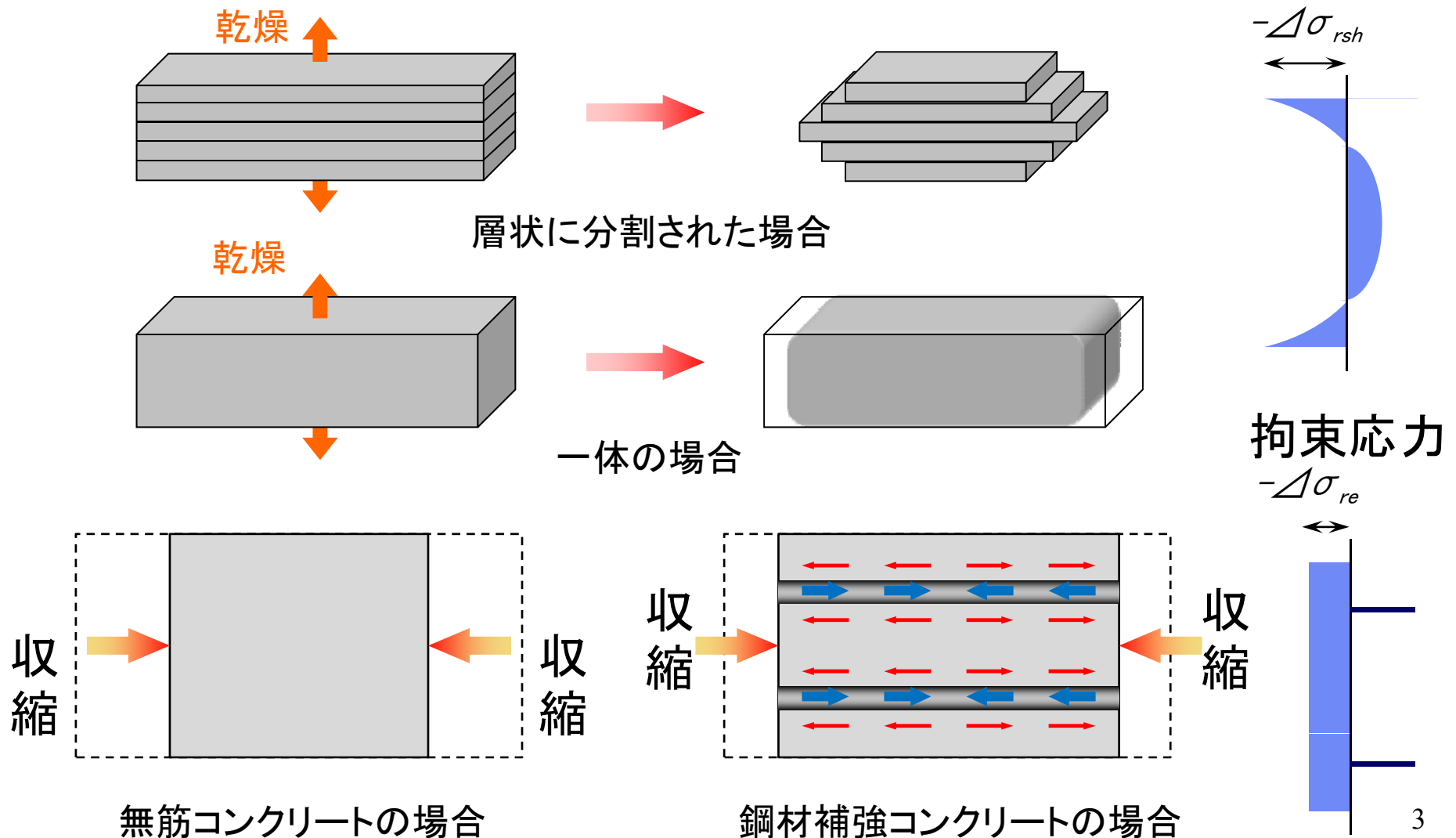
特許番号:特許第5095258号



コア切込み応力解放法の概要

既設構造物のプレストレス推定手法の問題点

- 従来工法で既設構造物のプレストレス測定を行う際の問題点
 - ✓ クリープ・乾燥収縮ひずみが拘束され拘束応力が発生する



コア切込み応力解放法の概要(1/5)



- 現在のコンクリート部材に作用している有効応力度(プレストレスと自重による応力度)を微破壊的に推定する方法。

- 有効応力度＋内部拘束応力度＝全作用応力度と仮定する。

$$\text{有効応力度} = \text{全作用応力度} - \text{内部拘束応力度}$$

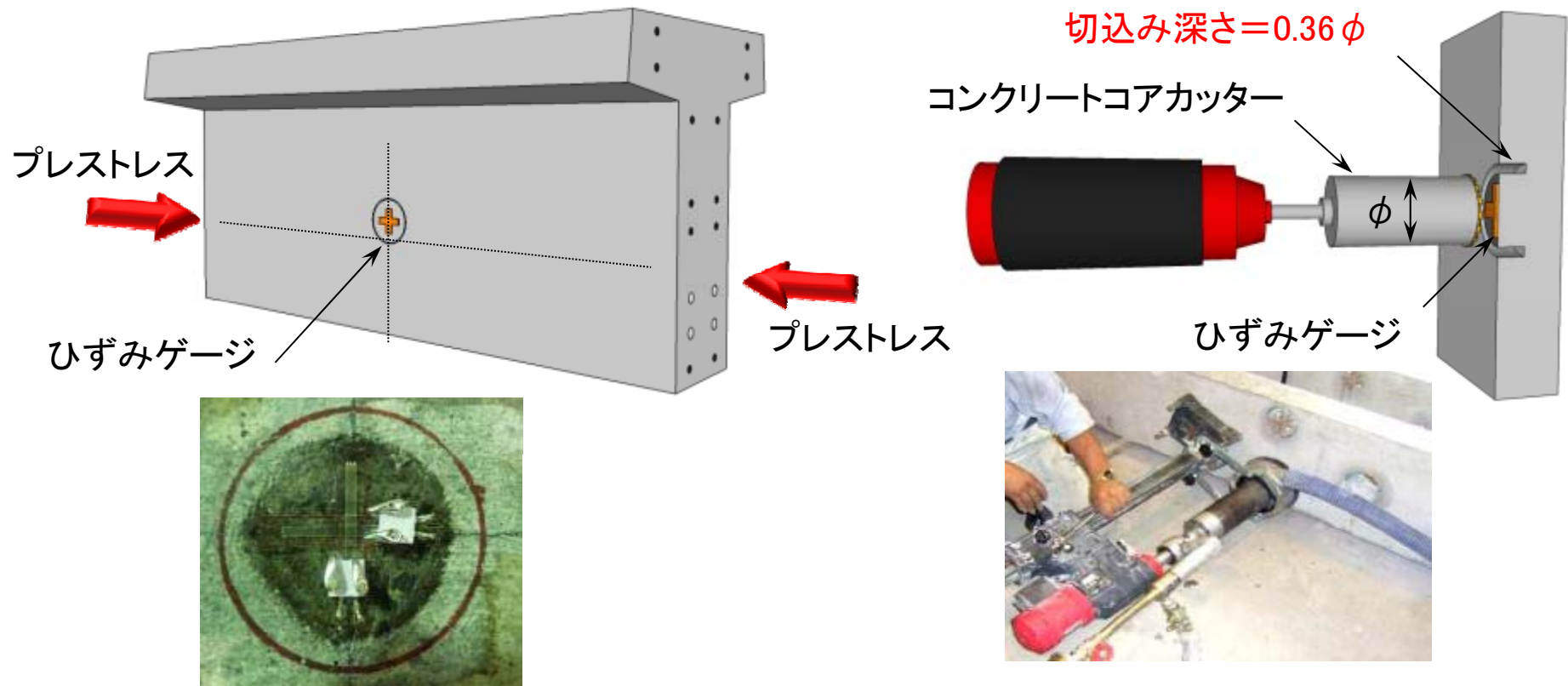
(計測値) (推定計算)

≡設計で考慮されている応力度

- 全作用応力度

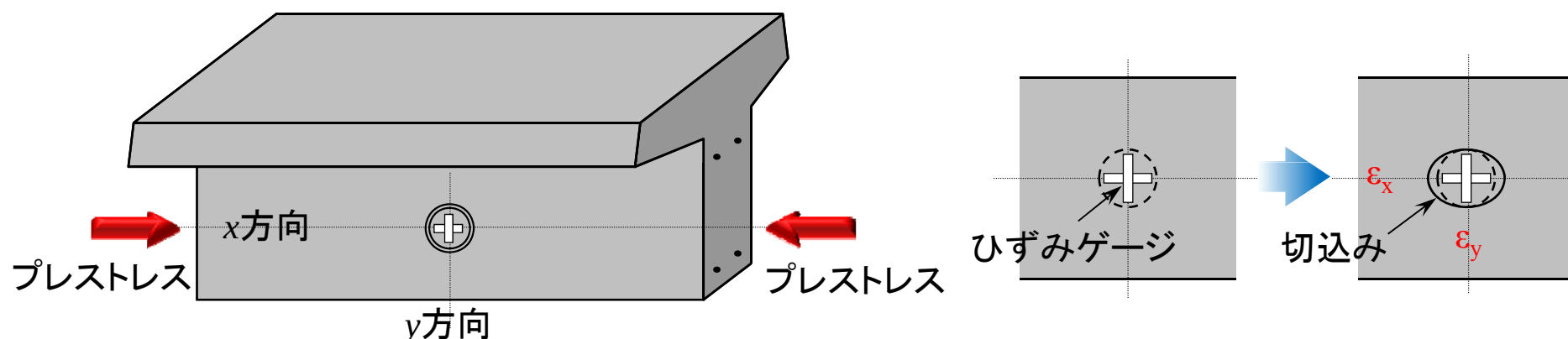
- 1) 持続応力度: 死荷重作用, プレストレス, 二次応力など
- 2) 変動応力度: 活荷重作用, 温度変化, 温度差など
- 3) 内部拘束応力度: 乾燥収縮の層間拘束, クリープ乾燥収縮の鋼材拘束

コア切込み応力解放法の概要(2/5)



- コンクリート表面に2軸ひずみゲージを貼り付ける。
- コンクリートコアカッターによって切込む(削孔深さは 0.36ϕ)。
- 切込みによって解放されたひずみを計測する。
- 解放されたひずみを用いて、推定式から有効応力度を算定する。

コア切込み応力解放法の概要(3/5)



解放ひずみ

$$\begin{cases} \varepsilon_x = \underbrace{\Delta \varepsilon_{x,e}}_{x \text{有効応力}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{x,si}}_{x \text{乾燥深さ内拘}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{x,sr}}_{x \text{乾燥鋼材内拘}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{x,y si}}_{y \text{乾燥深さ内拘}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{x,y sr}}_{y \text{乾燥鋼材内拘}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{x,cr}}_{x \text{クリープ鋼材内拘}} \\ \varepsilon_y = \underbrace{\Delta \varepsilon_{y,xe}}_{x \text{有効応力}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{y,x si}}_{x \text{乾燥深さ内拘}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{y,x sr}}_{x \text{乾燥鋼材内拘}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{y,si}}_{y \text{乾燥深さ内拘}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{y,sr}}_{y \text{乾燥鋼材内拘}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{y,x cr}}_{x \text{クリープ鋼材内拘}} \end{cases}$$

ポアソン

ひずみの差

$$\varepsilon_x - \varepsilon_y = (1 + \nu)(\underbrace{\Delta \varepsilon_{x,e}}_{x \text{有効応力}} + \underbrace{\Delta \varepsilon_{x,cr}}_{x \text{クリープ鋼材内拘}}) \leftarrow x \text{方向と} y \text{方向の鉄筋} + \text{PC鋼材が等しいとき}$$

手法の要点: 有効応力作用軸方向(x方向)の解放ひずみと直角方向(y方向)の解放ひずみの差を用いることにより, 内部拘束による解放ひずみの大部分を消去、乾燥収縮の影響を低減する。
消去しきれない部分は提案する算定式で消去する。

コア切込み応力解放法の概要(4/5)



x方向とy方向の鉄筋+PC鋼材が等しくない場合

推定式 : $\sigma_{x,e} = -E_{x,c} \cdot \Delta\varepsilon_{x,e}$ (フックの法則)

ここに,

$$\Delta\varepsilon_{x,e} = \frac{\varepsilon_x - \varepsilon_y}{1+\nu} \left(\frac{2 - \varphi_{t,x} \cdot \gamma_{1x}}{2 - 3\varphi_{t,x} \cdot \gamma_{1x}} \right) - \frac{\varphi_{t,x} \cdot \gamma_{1x}^2 \cdot \varepsilon_{sh t,x}}{2 - 3\varphi_{t,x} \cdot \gamma_{1x}} - \varepsilon_{sh t,x} (\gamma_{1x} - \gamma_{1y}) \left(\frac{2 - \varphi_{t,x} \cdot \gamma_{1x}}{2 - 3\varphi_{t,x} \cdot \gamma_{1x}} \right)$$

$$\gamma_{1x} = \frac{E_{x,s} \cdot A_{x,s}}{E_{x,c} \cdot A_{x,c} + E_{x,s} \cdot A_{x,s}} \quad \gamma_{1y} = \frac{E_{y,s} \cdot A_{y,s}}{E_{y,c} \cdot A_{y,c} + E_{y,s} \cdot A_{y,s}}$$

$\sigma_{x,e}$: x方向の有効応力度

$E_{x,c}$: x方向のコンクリートの弾性係数(コア測定値, もしくは道示)

$\Delta\varepsilon_{x,e}$: x方向の有効応力が解放されるときx方向の弾性ひずみ

ε_x : コア削孔より解放されるx方向の全ひずみ

ε_y : コア削孔より解放されるy方向の全ひずみ

ν : コンクリートのポアソン比(コア測定値, もしくは1/6=0.167)

$\varphi_{t,x}$: 材齢tにおけるx方向のコンクリートのクリープ係数(土木学会コンクリート標準示方書など適切な予測式による)

$\varepsilon_{sh t,x}$: 材齢tにおける鋼材による拘束がない場合のx方向のコンクリートの乾燥収縮ひずみ(適切な予測式による)

γ_{1x}, γ_{1y} : x方向およびy方向のコンクリートおよび鋼材に関する剛比



【適用条件】

- **プレストレスが一方向**にのみ作用している構造物
(条件によっては2方向も可能)
- ひずみゲージを貼付する位置が,
 - ・ **ひび割れが発生していないこと,**
 - ・ **断面修復を行っていないこと,**
 - ・ **コンクリート表面が乾燥していること,**が必要。
(計測位置が, ひび割れ発生位置や断面修復位置から離れている方が精度よく推定が可能。)
- **作業空間として機械高の70cm程度が必要。**

コア切込み応力解放法の特長・効果

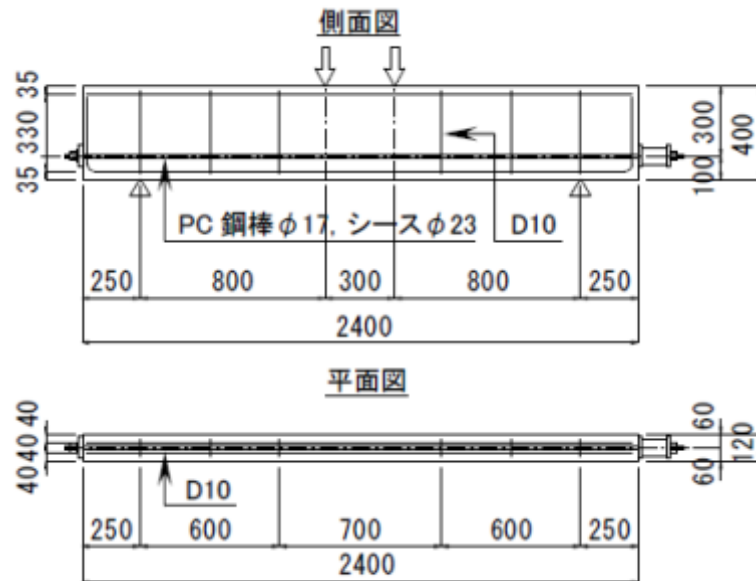
コア切込み応力解放法の特長・効果



- (コア削孔機の機械高さは70cm程度であり、)高所作業車などを用いて作業可能となり、足場は不要である。
- 特殊な装置や特殊な計測機器を使用しない。
 - コア削孔機と静ひずみゲージ、計測結果算出用のパソコンのみである。
- 微破壊のため、構造物への負荷が小さくなる。
 - コア削孔深さ: 削孔径の0.36倍
($\phi 50\text{mm}$ の場合で18mmと構造物のかぶり以下となる)
- 2方向の計測ひずみを用いて、簡易な算定式により計算するため、迅速に有効応力度を把握することが可能。
- 有効応力度の推定は、T桁であればおよそ $\pm 2\text{N/mm}^2$ (10%程度)の誤差で可能であり、従来工法に比べて高精度である。
- 削孔から推定までの費用は、従来工法の約50%の費用で推定可能。

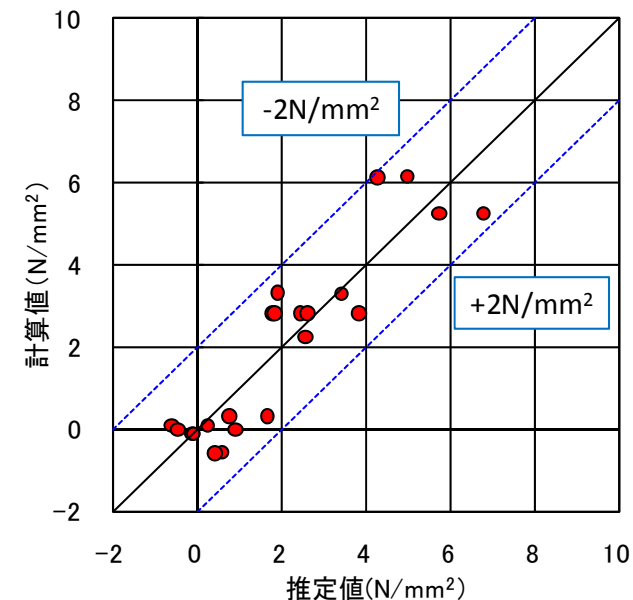
実験・実績・事例

はり供試体による実験



- 長さ2400mm、高さ400mm、厚さ120mmの供試体で試験を行った。
- プレストレスのほか、鉛直方向に持続荷重を載荷している。

→実測値と推定値の差はおよそ $\pm 2\text{N/mm}^2$ である。



※計算値は、推定手法適用時のプレストレスをPC鋼材定着部に配置したロードセルで測定した値である。

コア切込み応力解放法の実績・事例(1/3)



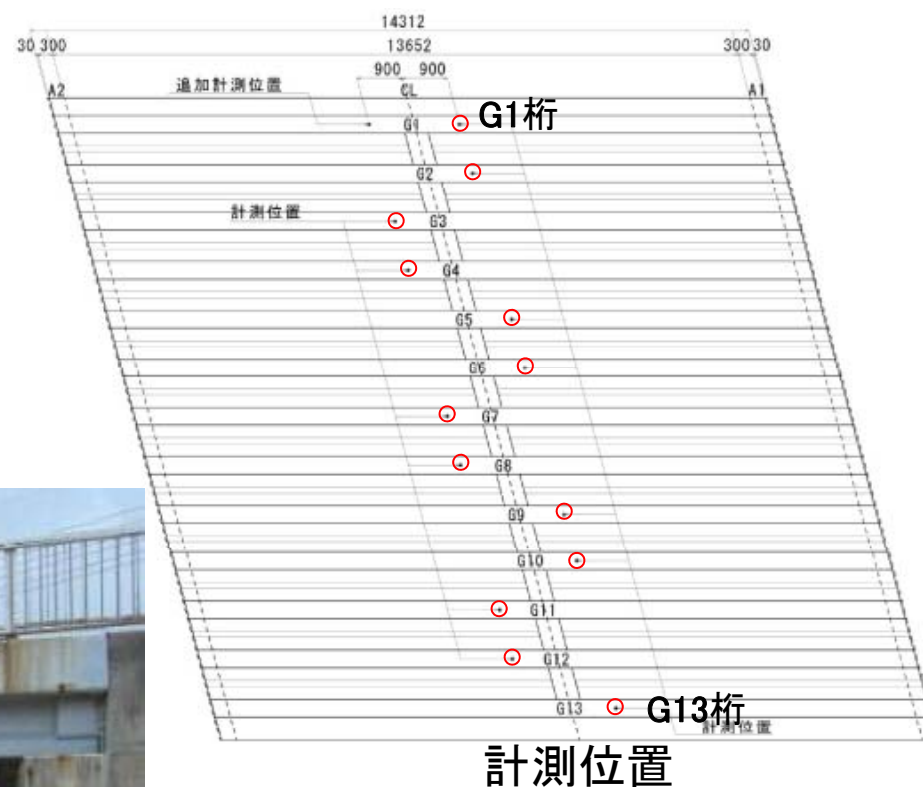
プレテンション方式単純PCT桁橋

橋長:14.31m

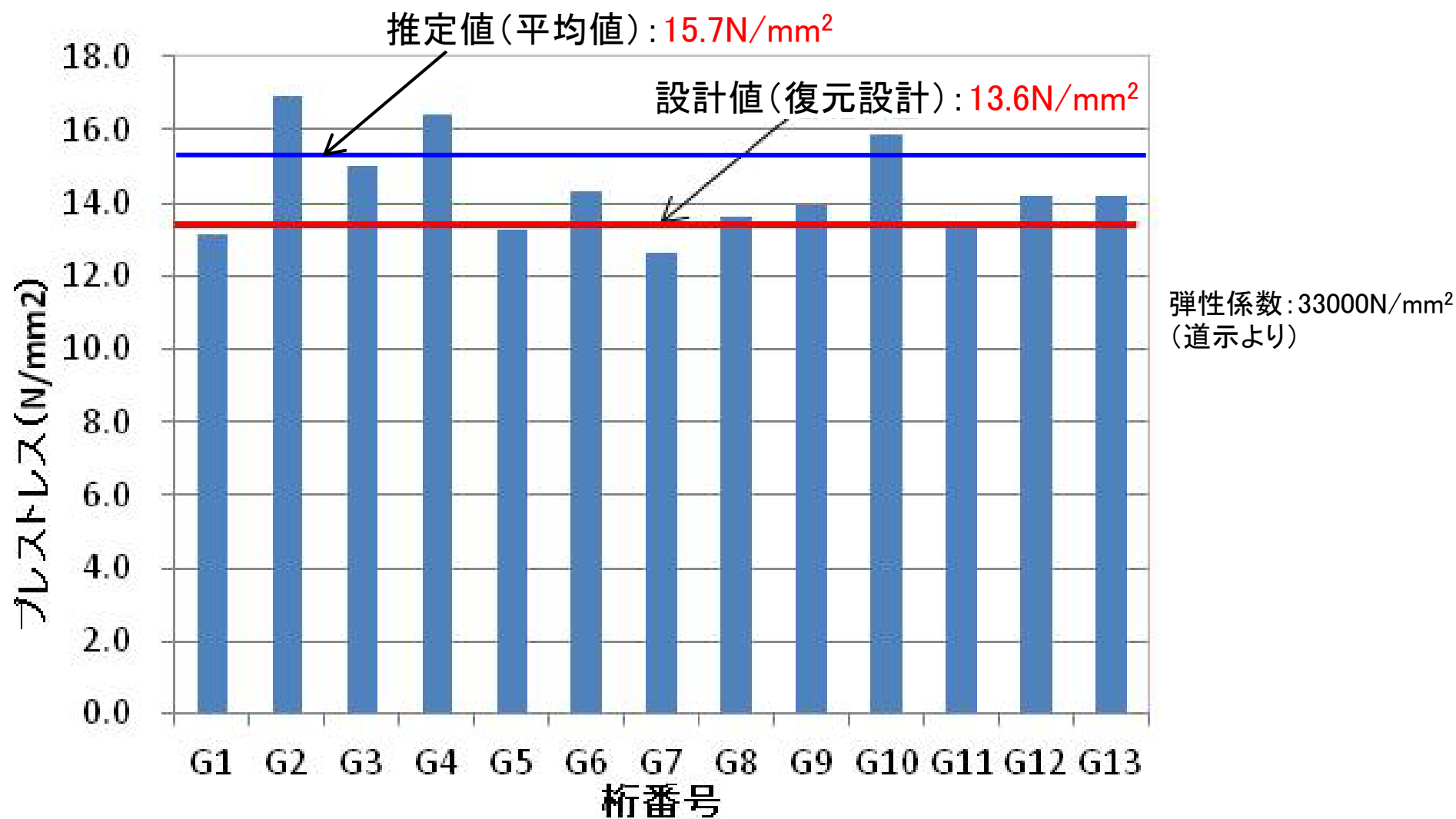
幅員:12.80m

完成年:1984年

補修 :1994年 表面保護工



コア切込み応力解放法の実績・事例(2/3)



設計値に対して精度よくプレストレスを推定することが可能。

コア切込み応力解放法の実績・事例(3/3)



No.	時期	構造種別	目的
1	2012.01	ポストテンション方式PCT桁橋	撤去桁による検証
2	2012.03	多径間連続PC箱桁橋	変状調査
3	2012.03	上路式RC固定アーチ橋	耐震補強設計用の調査
4	2013.05	2方向PC栈橋床版	健全度評価
5	2013.12	ポストテンション方式PCT桁橋	撤去桁による検証
6	2014.01	ポストテンション方式2径間単純PCT桁橋	撤去桁による検証
7	2014.08	ゲルバーPC箱桁橋	変状調査
8	2014.09	ポストテンション方式2径間単純PCT桁橋	変状調査
9	2014.01	ポストテンション方式PCT桁橋	撤去桁による検証
10	2014.11	ポストテンション方式4径間単純PCT桁橋	健全度評価
11	2014.11	プレテンション方式単径間単純PCT桁橋	変状調査
12	2014.12	ポストテンション方式PC梁	耐震補強設計用の調査
13	2015.02	ポストテンション方式単径間PCT桁橋	変状調査
14	2015.08	多径間PC箱桁ラーメン橋	変状調査

(2015.08現在)

ご清聴ありがとうございました。

問合せ先



オリエンタル白石 株式会社

<http://www.orsc.co.jp>

北海道営業所

TEL:011 - 241 - 5625

本社施工・技術本部 技術部

TEL:03 - 6220 - 0637

技術研究所

TEL:0285 - 83 - 7921