

PC構造物の 性能評価と機能向上の取組み

2019年 6月21日
富山県立大学
環境・社会基盤工学科
伊藤 始

1

本日の内容

性能
評価

1. コンクリート柱のひび割れ幅とひずみの進展
2. コア削孔による現有ひずみの測定

大学の話 (ひとやすみ)

機能
向上

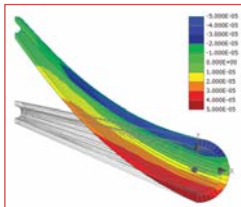
3. PC床版の軽量化
4. フライアッシュコンクリートの適用

3

性能
評価

プレテンションPC
PCa製品

1. コンクリート柱の ひび割れ幅とたわみの進展

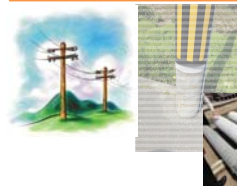


4

研究のコンセプト

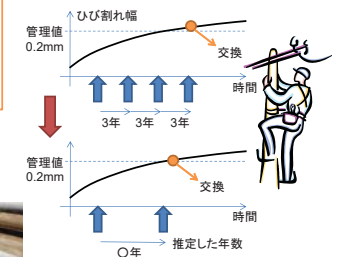
ニーズ

・電力会社が管理する電柱の数は、全国2000万本(東電管内600万本)あり、点検に時間と人工を要する。将来的なひび割れ幅やたわみの拡大を予測することが望まれている。



実用のイメージ

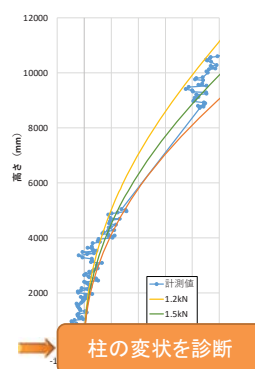
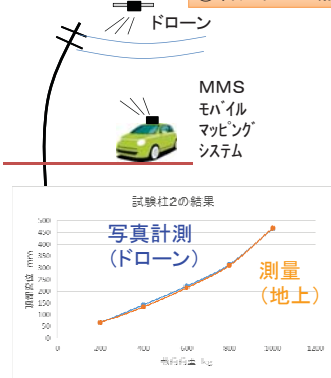
①変状進展の予測



5

研究のコンセプト その2

②省力化した点検技術



柱の変状を診断

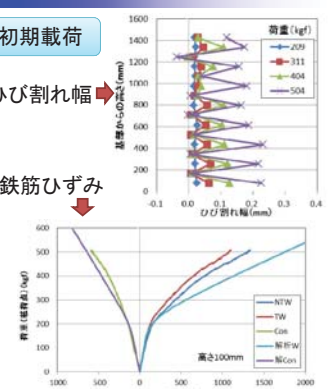
実大モデルによる検証 (初期載荷)



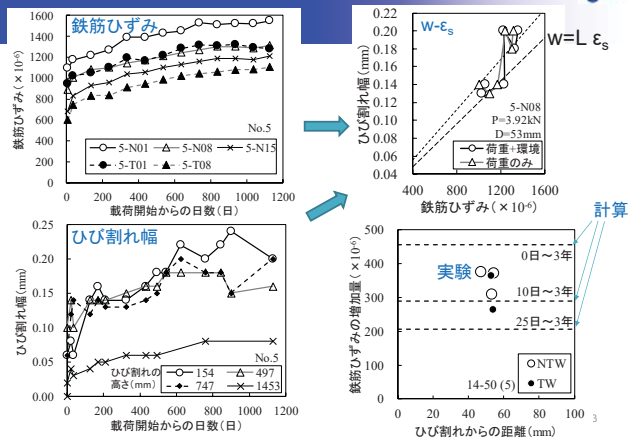
初期載荷

ひび割れ幅

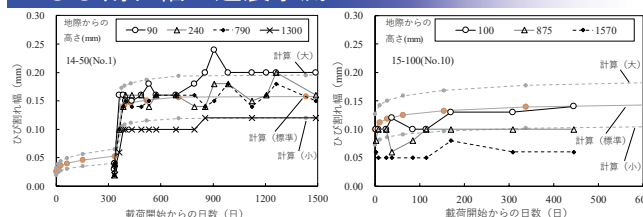
鉄筋ひずみ



実大モデルによる検証(長期載荷)



ひび割れ幅の進展予測

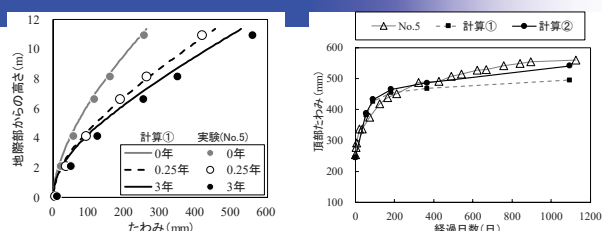


ひび割れ幅の進展を予測

点検周期を定量的に
延長できる



たわみの進展予測



たわみのデジタル画像との
フィッティング

間接的にひび割れ幅や
柱の健全度を推測



性能
評価

2. コア削孔による 現有ひずみの推定

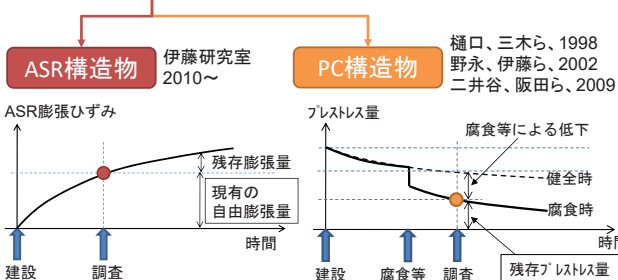


研究のコンセプト



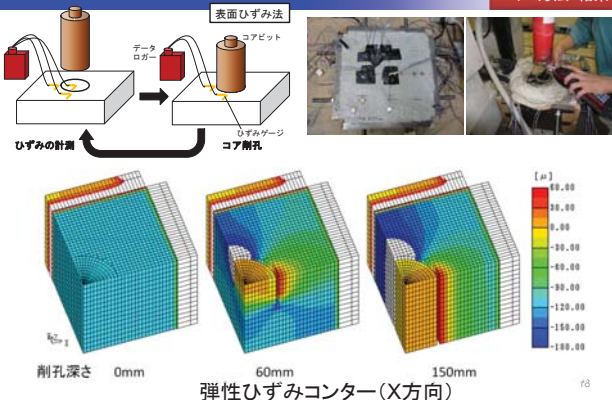
応力解放法を用い、
コンクリート応力や
鉄筋応力度を推定

安全余裕度の診断や
効果的な補修・補強設
計につなげる



コア削孔実験 表面ひずみ法

コア・方法・結果



実橋から切出したPC桁 実験ケース

コア削孔実験

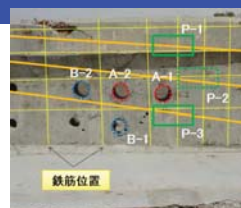
- ・ A-1・A-2(正面削孔方式)
- ・ B-1・B-2(背面削孔方式)

鋼材切断実験

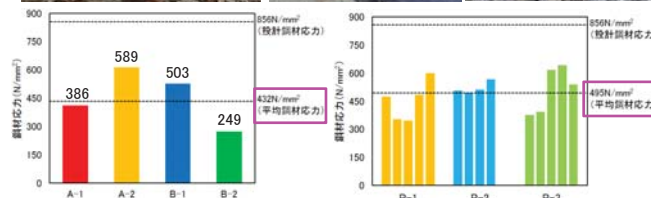
- ・ P-1・P-2・P-3



鋼材切断実験との比較



鋼材切断実験



機能 向上

3. PC床版の軽量化

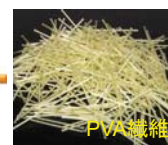


30

研究のコンセプト

- ・ 床版の取換え工事 : 部材厚を増加させる場合に、
⇒ 既設の鋼主桁、下部構造の負担が増加する
- ・ 軽量骨材コンクリートの使用
⇒ 押抜きせん断耐力 の低下

- ・ ①軽量化すること、
- ・ ②構造性能が変わらないこと が望まれている。



押抜きせん断 感度解析

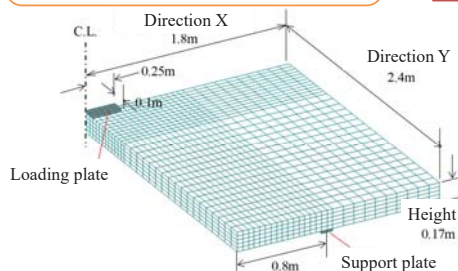
- ①軽量骨材の使用と、補強のための
- ②PC鋼材本数増加や③短繊維添加が、
押抜きせん断挙動やその耐力に与える影響を解析的に明らかにする

- ・ 繊維混入率やPC鋼材本数の選定
- ・ 解析への入力物性値の精査

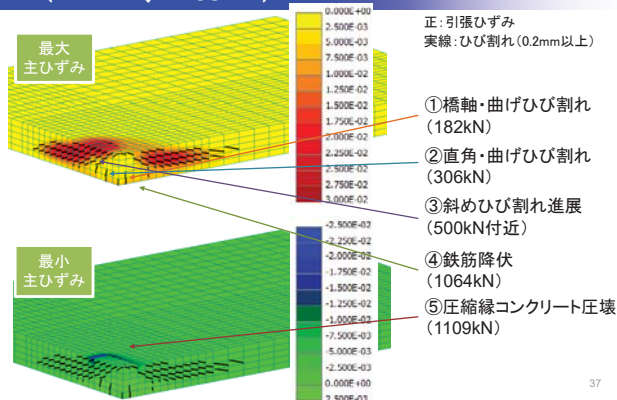
につなげる

感度解析

押抜きせん断実験



破壊形態 (PA-LLF、1109kN)



37



機能
向上

4. フライアッシュコンクリートの適用

- (1) 北陸SIPの取り組み
- (2) 水和発熱の抑制
- (3) 高強度コンクリートへの対応
- (4) 再生骨材コンクリートへの添加
- (5) 最新の使用実績



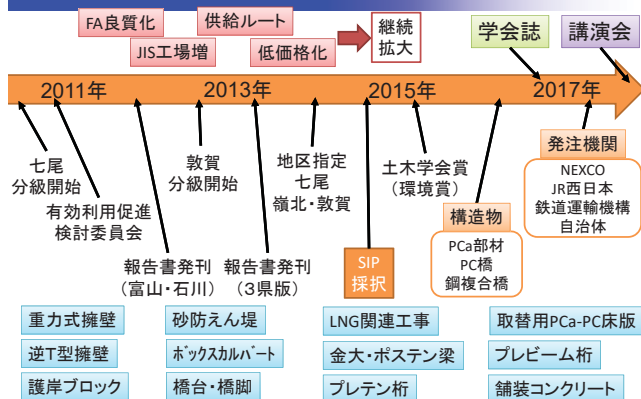
緻密化

ポゾラン
反応

シリカ、アルミナ
+
水酸化カルシウム

41

(1) 北陸SIPの取り組み 北陸地方でのFA適用の流れ



(1) 北陸SIPの取り組み 学会誌、講演会

学会誌

2017/07 土木学会誌
鳥居先生

2017/11 プレストレストコンクリート
鳥居先生、深田先生、Ha氏、小林氏

2017/11 プレストレストコンクリート
鉄道運輸機構 米沢氏、鈴木氏他2名

2017/12 建設機械
鳥居先生

講演会

2018/05 コンクリート工学会中部支部
鳥居先生

2018/09 リサイクルポート推進協議会
鳥居先生

2018/12 日本フライアッシュ協会
鳥居先生

フライアッシュコンクリートの地域標準化と北陸地方での実装

北陸地方におけるフライアッシュコンクリートの標準化とPC橋梁への適用

フライアッシュコンクリートの北陸新幹線への適用

アルカリシリカ反応抑制対策としてのフライアッシュコンクリートの地域実装

2018/05/09 富山県土木部、入善土木
参納氏、伊藤

2019/02 ダム水路主任技術者会
伊藤

2019/03 富山県生コンクリート工業組合
伊藤

(1) 北陸SIPの取り組み 技術課題の解決例、技術アドバイス

プレテンション方式PC橋梁

- 早期強度発現
- 収縮ひび割れ抑制
- 耐久性の評価

NEXCO北陸道・床版取り替え

- 間詰めコンクリート
- 耐久性評価
- プレキャスト化への対応



宮坂橋歩道橋
石川県
橋長22m

大月橋
福井県
橋長12m
(設計変更)



北陸新幹線敦賀延伸での
共通仕様書への取り込み
(2017. 4)

背景1 フリーティング対策
背景2 新潟・富山でのASR発生
背景3 冬期の高炉Bの強度発現



(1) 北陸SIPの取り組み 自治体職員等への周知

自治体職員、診断士に向けた
公開実験(富山、石川、福井)

ASR・塩害の促進
(複合劣化)

FAなし供試体 → ひび割れ発生や
FA混入供試体 → 耐荷力を比較

効果を実証



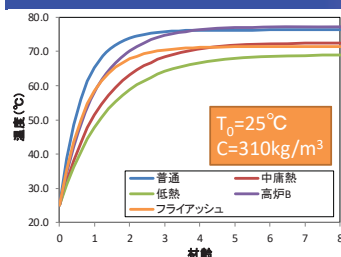
公開実験(富山、19年7月)

北陸電力と自治体や生コンの
職員のコーディネート



講演(新潟、19年6月)

(2) 水和発熱の抑制 比較

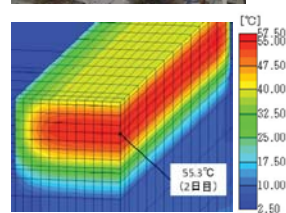


水和発熱
普通 > フライアッシュ > 低熱

⇒ 条件によっては、低熱を選択
する必要あり



金沢大学・PCスラブ

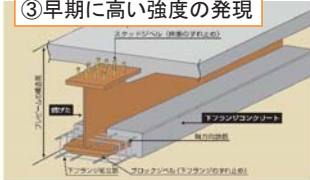


(3) 高強度コンクリートへの対応 強度発現

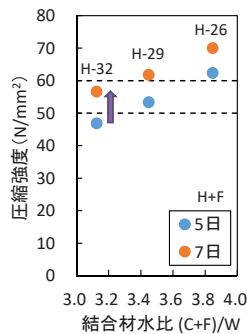


PC橋や複合構造橋への適用に際し、高強度コンクリートの配合に対応した。

- ① 鋼材の保護性能向上
- ② 狭隘な打込み箇所
- ③ 早期に高い強度の発現



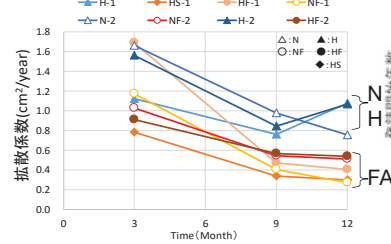
圧縮強度・早強



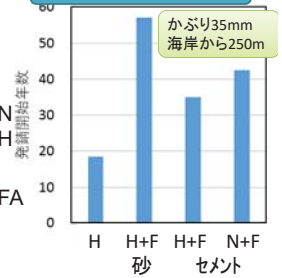
(3) 高強度コンクリートへの対応 塩分浸透抵抗性



拡散係数と浸漬期間の関係



発錆開始年数の計算



FA添加で、拡散係数が低下

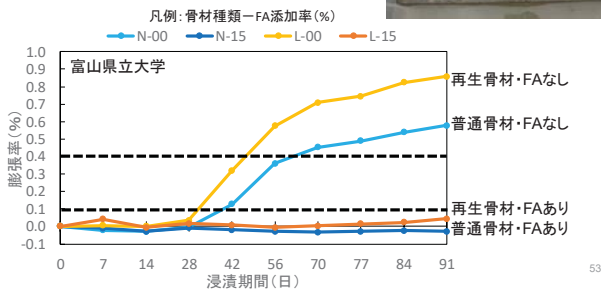
FA・セメント置換の発錆は、通常より15年以上遅れる

(4) 再生骨材コンクリートへの添加 アルカリシリカ反応



促進膨張試験(デンマーク法)

50°Cの飽和NaCl溶液に
91日浸漬して、膨張率を測定



フライアッシュを使う目的



- | | |
|----------------------|-------|
| △懸念事項 | |
| ⇒価格 | ⇒設備投資 |
| ⇒フレッシュ安定 | ⇒表面の色 |
| ◎短期 | |
| ⇒温度ひび割れ | を減らす |
| ⇒フリーディング | を減らす |
| ◎長期 | |
| ⇒塩害 | を減らす |
| ⇒ASR | を減らす |
| ◎副次 | |
| ⇒廃棄物量 | を減らす |
| ⇒CO ₂ 排出量 | を減らす |

おわりに



性能
評価

コンクリート柱のひび割れ幅とたわみの進展を予測可能である。
⇒ 運用法を検討中

応力解放法によって、PC桁内の現有ひずみを推定可能である。
⇒ 精度評価 ⇒ 損傷低減、付加価値

機能
向上

軽量骨材コンクリートによる押抜きせん断耐力の低下に対して、PS導入と繊維補強による向上を確認した。
⇒ 解析精度の向上 ⇒ 適切な組合せ

FAの技術的なメリットとデメリットは、おおむね整理されたが、コストの課題は残る ⇒ LCCの考え方を適用

ご清聴ありがとうございました

PC建造物の安全性や機能性が
ますます進展することを期待するとともに、
我々の取組みがその一助となれば幸いです。