

コンクリート構造物表層の品質評価技術



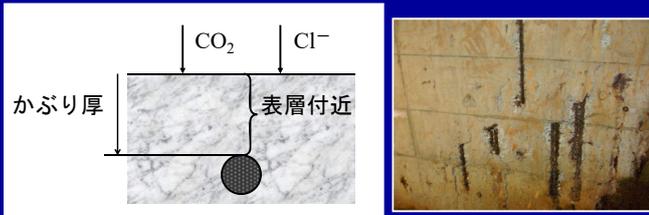
○リック株式会社 岩野聡史
材料資源研究グループ 基礎材料チーム 森濱和正

【講演内容】

- ・ 技術の必要性, 背景
- ・ 本法による測定原理, 特長
- ・ これまでの実験による測定事例
- ・ 検査方法の提案, 実施事例
- ・ 最後に ~今後への期待~

一技術の必要性, 背景一

- ・ コンクリート構造物の劣化進行例
- ⇒ 表面より劣化因子侵入 ⇒ 鉄筋到達・腐食
- ⇒ 鉄筋の性能低下・構造物の性能低下 (剥落)



新設時に適切な

- ① 鉄筋のかぶり深さ ⇒ 劣化進行を抑制
- ② コンクリート表面の緻密さ ⇒ 構造物の長寿命化

一技術の必要性, 背景一

- ・ 適切な施工による長寿命化の一例
- ・ 第一大戸川橋梁 (土木学会335委員会報告書, 2008.4)
- 【概要】
- ・ 1954年旧国鉄により架設, スパン30m
- ・ 我が国初の本格的ポストテンションPC桁
- ・ 当時, 鉄道橋としては例がなく, 多くの研究を重ねた上で施工



一技術の必要性, 背景一

- ・ 適切な施工による長寿命化の一例
- ⇒ 第一大戸川橋梁での中性化試験結果

区分	測定コア	採取位置 (採取方向)	コンクリートの	測定機器	中性化深さ (mm)	
					JIS A1152 (0.5mm 単位)	実測値 (0.1mm 単位)
標準桁 A	A1030-1	上フランジ (水平)	コア	マイク スコープ 4mm・20点	平均 1.0	平均 0.9
					最大 1.0	最大 1.2
	A0530-4	側面 (鉛直)	コア	マイク スコープ 5mm・7点	平均 0.5	平均 0.6
					最大 1.0	最大 0.8
標準桁 B	B1030-4	上フランジ (鉛直)	上面	マイク スコープ 4mm・20点	平均 1.0	平均 1.1
					最大 1.5	最大 1.7
	B0530-4	側面 (鉛直)	側面	マイク スコープ 5mm・7点	平均 1.5	平均 1.3
					最大 2.5	最大 2.3
B0520-6	ウェーブ (水平)	側面 (線路側)	側面	マイク スコープ 3mm・11点	平均 0.0	平均 0.1
					最大 0.0	最大 0.2
					最小 0.0	最小 0.1

・ 建設後約53年で
1mm程度

一技術の必要性, 背景一

- ・ 鉄筋かぶり深さ ⇒ 新設時に非破壊試験による検査確立例: 電磁波レーダ法・電磁誘導法



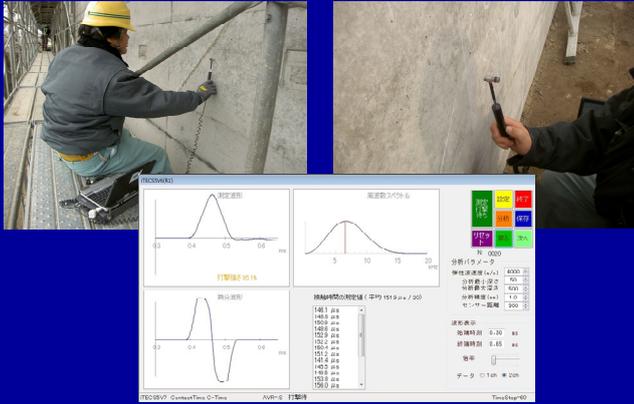
非破壊試験によるコンクリート構造物中の配筋状態及びかぶり測定要領

平成 24 年 3 月

国土交通省大臣官房技術調査課

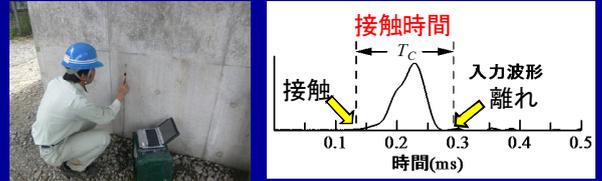
一技術の必要性、背景一

- ・本法は、新設時に非破壊でコンクリート構造物表面の品質を評価する装置として開発。



一測定原理一

- ・本法による評価方法
コンクリート表面を小型のハンマーで打撃し、
コンクリート表面とハンマーとの接触時間を測定



一測定原理一

- ・接触時間:コンクリート表面の弾性係数と相関関係

$$T_C = 5.97[\rho_s(\delta_s + \delta_p)]^{2/5} \frac{R}{h^{0.1}}$$

$$\left(\delta_p = \frac{1 - \nu_p^2}{\pi E_p}, \delta_s = \frac{1 - \nu_s^2}{\pi E_s} \right)$$

- ρ_s : ハンマ密度, R : ハンマ半径, h : 落下高さ
- ν_p : コンクリートのポアソン比,
- ν_s : ハンマのポアソン比
- E_p : コンクリートのヤング率
- E_s : ハンマのヤング率

∴ 同じハンマーで打撃した場合 E_p : 大 $\Rightarrow T_C$: 短
接触時間の比較により、表層付近の品質を評価

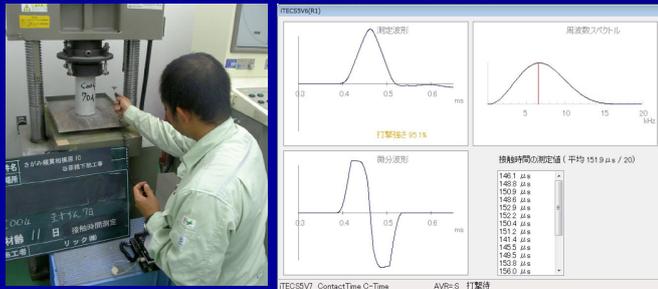
一測定原理一

- ・接触時間:コンクリート表面の弾性係数と相関関係
 \Rightarrow 同じハンマーで測定した接触時間を比較すれば、
コンクリート表層の品質の相対評価が可能。



一本法の特長一

- ①短時間での測定可能。
- ②小型のハンマーによる測定
 \Rightarrow コンクリート表面を損傷することなく、非破壊で測定。
 \Rightarrow 円柱供試体でも測定可能。
(円柱供試体と実構造物での比較が可能)
- ③人為的誤差のない、周波数解析による測定



一本法の特長一

- ④本法はITECS法
ITECS法: 国土省新設橋梁工事での強度試験に採用

微破壊・非破壊試験による
コンクリート構造物の強度測定要領

平成 24 年 3 月

国土交通省大臣官房技術調査課

非破壊試験	超音波法	<ul style="list-style-type: none"> ・超音波試験 土研法による新設の構造物コンクリート強度測定要領 (案) [土木研究所] ・非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究報告書 (12) 2008. 3 ・共同研究報告書 380 号
	衝撃弾性波法	<ul style="list-style-type: none"> ・衝撃弾性波試験 ITECS 法による新設の構造物コンクリート強度測定要領 (案) ・衝撃弾性波試験 表面と周法による新設の構造物コンクリート強度測定要領 (案) [土木研究所] ・非破壊・局部破壊試験によるコンクリート構造物の品質検査に関する共同研究報告書 (12) 2008. 3 ・共同研究報告書 380 号

一本法の特長一

④本法はiTECS法

iTECS法：国交省新設橋梁工事での強度試験に採用
⇒「強度試験」と「表層の品質評価」が同時に可能。



一本法の特長一

④本法はiTECS法⇒その他試験例：内部欠陥探査

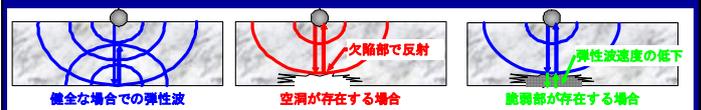
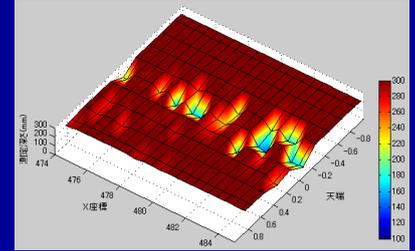
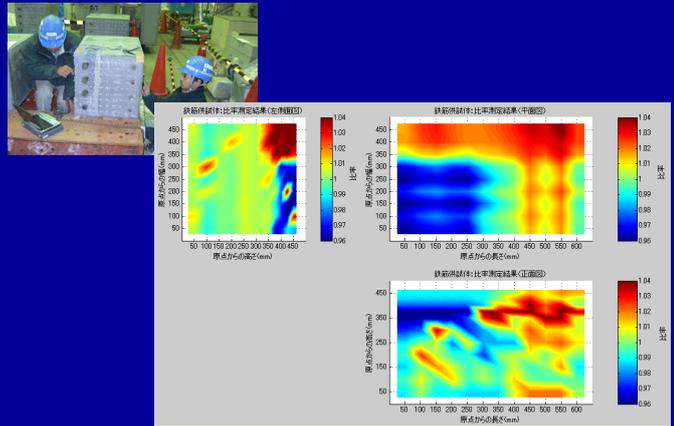


図-2.1 各コンクリート状況での弾性波の伝搬様式図



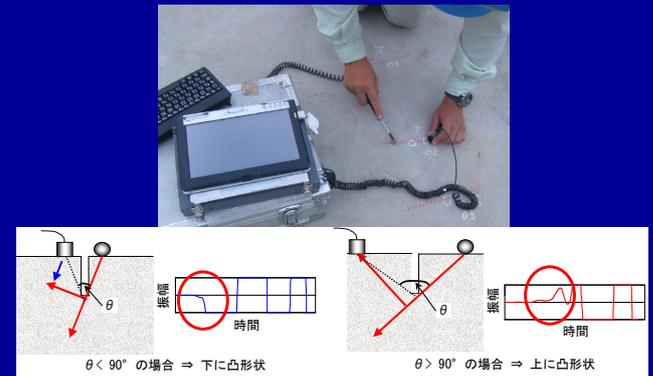
一本法の特長一

④本法はiTECS法⇒その他試験例：内部欠陥探査

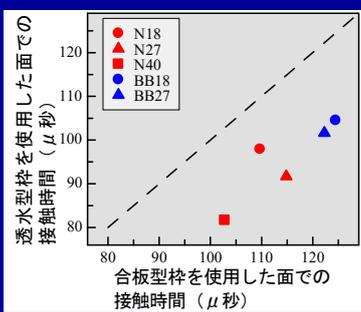


一本法の特長一

④本法はiTECS法⇒その他試験例：ひび割れ深さ測定

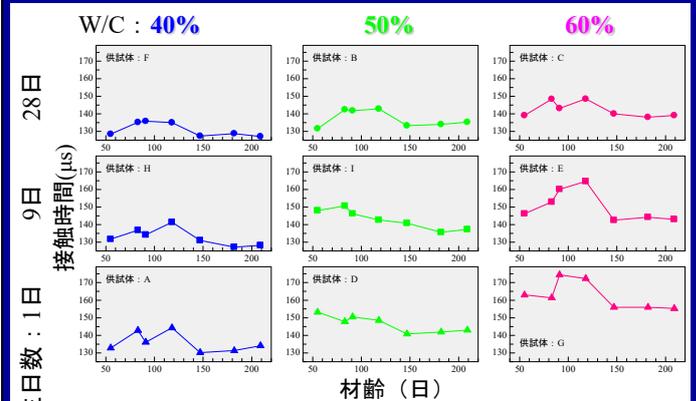


一過去の試験①：型枠での比較一



・透水型枠での接触時間<合板での接触時間
⇒型枠の相違による表層部の品質変化に
接触時間の測定結果が反映

一過去の試験②：水セメント比・養生日数での比較一

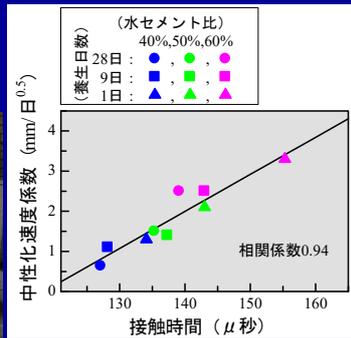


※土木学会335委員会共通試験

一過去の実験②：水セメント比・養生日数での比較一

※土木学会335委員会共通試験

- ・ W/C, 養生日数
- ⇒ 中性化速度係数に影響
- ⇒ 接触時間はこの変化に対応



一過去の実験一

- ・ 実験結果の例をまとめると
- ①養生方法 (透水型枠の利用) の違い
- ②養生日数の違い
- ③水セメント比の違い
- ⇒ これらによるコンクリート表層の品質の変化に対して iTECS法による接触時間が変化
- ①②養生方法・日数の違い
- ⇒ 技術提案などによる施工者の創意工夫を反映
- ③水セメント比の違い
- ⇒ 施工手順の遵守状況を反映
- ⇒ 施工者の技術提案などによる創意工夫や打設時・養生時の施工手順の遵守状況を非破壊で確認できる。

一検査方法の提案一

- ・ 新設時の検査, 施工管理を想定
- ・ 同一配合の円柱供試体による相対評価 (強度と同様)



一検査方法の提案一

- ・ 円柱供試体の養生方法：検査目的から判断
- 例①【目的】養生の工夫による効果の確認
- ⇒ 【円柱】標準示方書どおりの養生
- 例②【目的】計画された養生日数の遵守を確認
- ⇒ 【円柱】計画日数-2日での湿潤養生



一実施事例①一

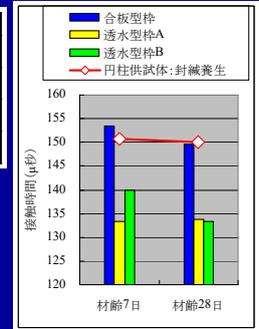
- ・ 目的：透水型枠の効果確認
- ⇒ 封緘養生をした円柱供試体との比較により試験。
- ・ 試験材齢：7日, 28日



一実施事例①一

- ・ 目的：透水型枠の効果確認
- ⇒ 封緘養生をした円柱供試体との比較により試験。

型枠	材齢7日	材齢28日
合板型枠	153.5	149.6
透水型枠A	133.4	133.8
透水型枠B	139.9	133.4
円柱供試体：封緘養生	150.7	150.1



- ・ 合板≒円柱 (封緘) での接触時間 > 透水型枠での接触時間
- ・ 透水型枠による効果を確認

一実施事例②一

- ・ 工事名称：仲之橋架替工事（東京都大田区）
- ・ 目的：計画された養生日数の遵守状況の確認



一実施事例②一

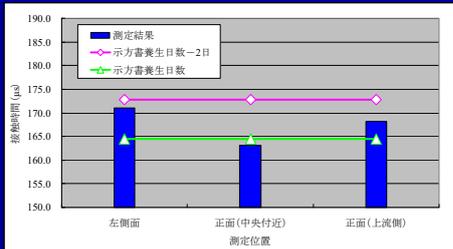
- ・ 使用セメント：高炉セメントB種
- ・ 試験の流れ
 1. 同一配合の円柱供試体を作製
 2. 円柱供試体の養生
 - ① 示方書による養生日数：封緘7日⇒気乾
 - ② 示方書による養生日数-2日：封緘5日⇒気乾
 3. 実構造物で測定し「2.」と比較



一実施事例②一

- ・ 試験結果
(示方書-2日) > 実構造物 ≧ (封緘7日：示方書)

測定部材		A2橋台壁②			打設日	7月10日
測定日	測定材齢(日)	測定位置	左側面	正面(中央付近)	正面(上流側)	
7月24日	14	測定結果	171.0	163.1	168.2	
		示方書養生日数-2日	172.8	172.8	172.8	
		示方書養生日数	164.5	164.5	164.5	



一今後への期待一

- ・ コンクリート表面を緻密にするため施工の工夫
例：透水型枠の使用、例：湿潤養生マットの利用
例：養生日数の延長
⇒NETISに新技術として多く登録されている。
⇒これらの効果の確認手段として、利用されることに期待。

