

## コンクリート構造物表層の品質評価装置



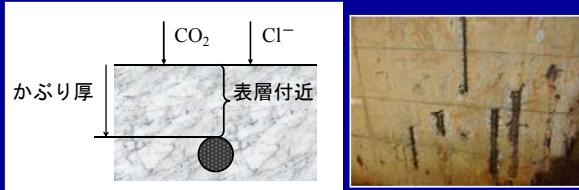
○リック株式会社 岩野聡史  
材料資源研究グループ 基礎材料チーム 森濱和正

## 【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~

### ー技術の必要性, 背景ー

- ・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

### ー技術の必要性, 背景ー

- ・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



### ー技術の必要性, 背景ー

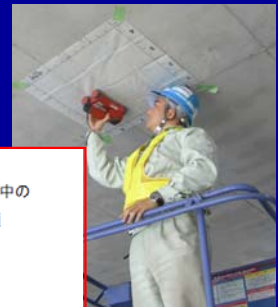
- ・適切な施工による長寿命化の一例
- ⇒第一大戸川橋梁での中性化試験結果

区分	測定コア	採取位置 (採取方法)	コンクリート中の 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)	マイクロ スコープ 7点	平均 1.0 最大 1.0 最小 0.5	平均 0.9 最大 1.2 最小 0.6
	A0530-4	側面 (垂直)	マイクロ スコープ 7点	平均 0.5 最大 1.0 最小 0.5	平均 0.6 最大 0.8 最小 0.5
標準桁 B	B1030-4	上フランジ (鉛直)	マイクロ スコープ 4mm・20点	平均 1.0 最大 1.5 最小 0.5	平均 1.1 最大 1.7 最小 0.7
	B0530-4	側面 (鉛直)	マイクロ スコープ 5mm・7点	平均 1.5 最大 2.5 最小 0.5	平均 1.3 最大 2.3 最小 0.7
	B0520-6	クープ (水平)	マイクロ スコープ 3mm・11点	平均 0.0 最大 0.0 最小 0.0	平均 0.1 最大 0.2 最小 0.1

・建設後約53年で  
1mm程度

### ー技術の必要性, 背景ー

- ・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



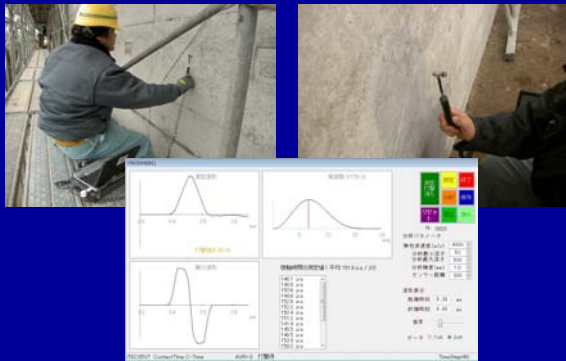
非破壊試験によるコンクリート構造物中の  
配筋状態及びかぶり測定要領

平成 24 年 3 月

国土交通省大臣官房技術調査課

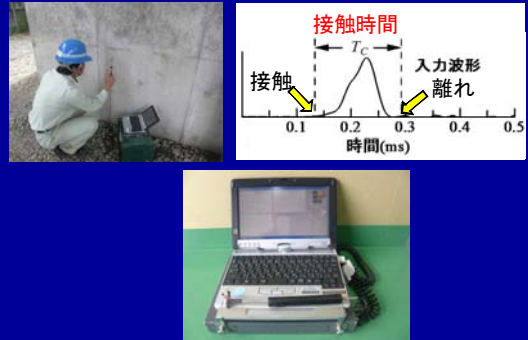
一技術の必要性、背景一

- ・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

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

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

- $\rho_s$ : ハンマ密度,  $R$ : ハンマ半径,  $h$ : 落下高さ
- $\nu_p$ : コンクリートのポアソン比,
- $\nu_s$ : 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

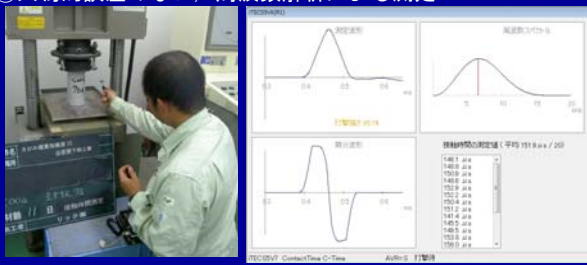
一測定原理一

- ・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、  
コンクリート表面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: 国交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

超音波法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・超音波試験 本邦法による動設の構造物コンクリート強度測定要領 (案)</li> <li>【土木研究所】</li> <li>・府政績・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</li> <li>・共同研究報告書 380 号</li> </ul>
非破壊試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>・重量弾性波試験 iTECS 法による動設の構造物コンクリート強度測定要領 (案)</li> <li>【土木研究所】</li> <li>・府政績・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</li> <li>・共同研究報告書 380 号</li> </ul>

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：iTECS法のご紹介一

④本法はiTECS法⇒その他試験例：内部欠陥探査

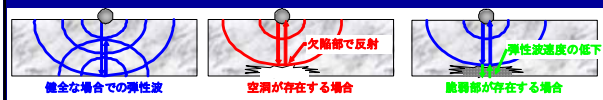
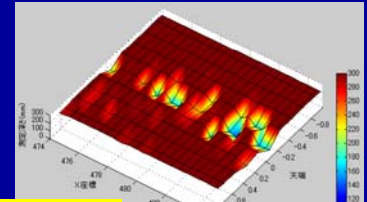


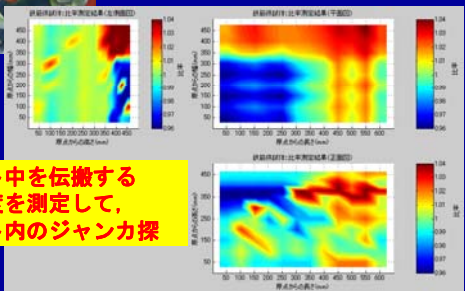
図-2.1 各コンクリート状況での弾性波の伝播模式図



弾性波の反射深さを測定して、シールドトンネルの空洞探査

一本法の特長：iTECS法のご紹介一

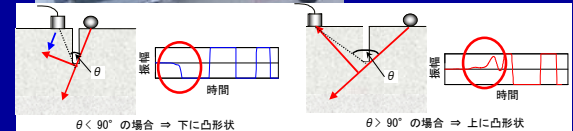
④本法はiTECS法⇒その他試験例：内部欠陥探査



コンクリート中を伝搬する弾性波の速度を測定して、コンクリート内のジャンカ探査

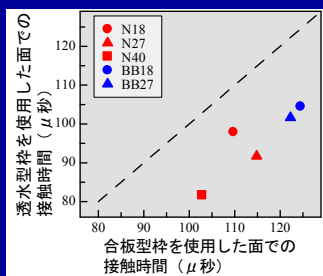
一本法の特長：iTECS法のご紹介一

④本法はiTECS法⇒その他試験例：ひび割れ深さ測定



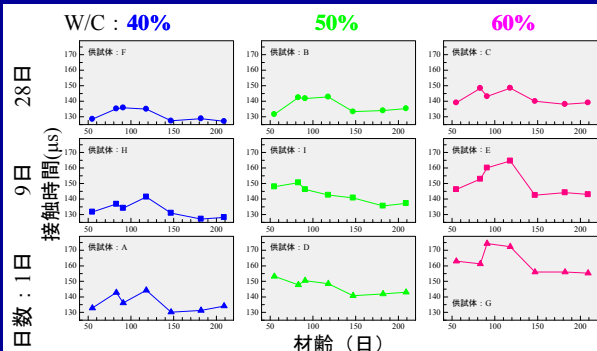
第一波の形状に着目して、ひび割れ深さを測定

一過去の実験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

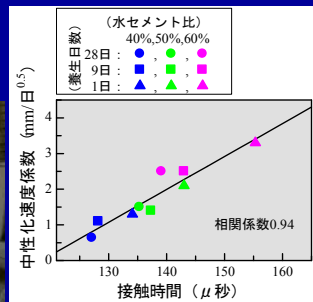


※土木学会335委員会共通試験

—過去の実験②：水セメント比・養生日数での比較—

※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



—過去の実験—

- ・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

—過去の実験—

【実験結果の例から本手法の用途】

- ①②養生方法・日数の違い
- ⇒技術提案など**施工者の創意工夫を確認**
- ③水セメント比の違い
- ⇒施工手順の遵守状況を確認⇒例：**現場で練混ぜるPSM**
- ⇒**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。**



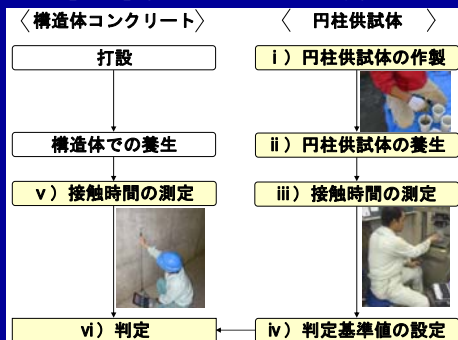
—検査方法の提案—

- ・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）



—検査方法の提案—

- ・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



—実施事例①—

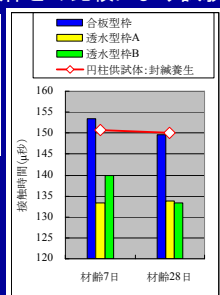
- ・目的：透水型枠の効果確認
- ⇒封緘養生をした円柱供試体との比較により試験。
- ・試験材齢：7日, 28日



一実施事例①ー

- ・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。

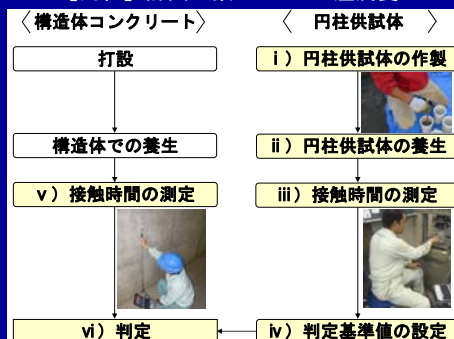
型枠	材齢7日	材齢28日
合板型枠	153.5	149.6
透水型枠A	133.4	133.8
透水型枠B	139.9	133.4
円柱供試体：封緘養生	150.7	150.1



- ・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

一検査方法の提案ー

- ・円柱供試体の養生方法：検査目的から判断
- 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②ー

- ・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ー

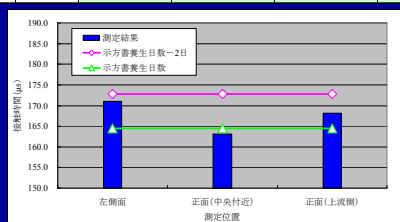
- ・使用セメント：高炉セメントB種
- ・試験の流れ
  1. 同一配合の円柱供試体を作製
  2. 円柱供試体の養生
    - ①示方書による養生日数：封緘7日⇒気乾
    - ②示方書による養生日数-2日：封緘5日⇒気乾
  3. 実構造物で測定し「2.」と比較



一実施事例②ー

- ・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	



一今後への期待ー

- ・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  
⇒NETISI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。

