

技術講習会（第 11 回）～コンクリートの品質確保～  
平成29年9月4日（月曜日）

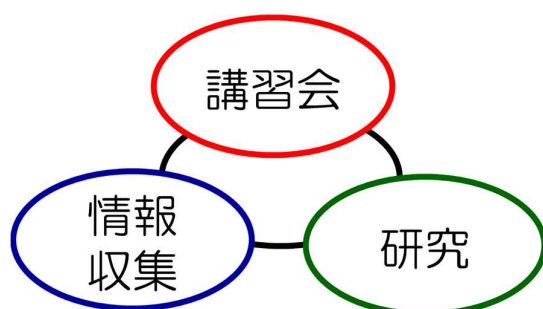
# 群馬県における品質確保の取組み とコンクリートの表層品質

広島大学  
半井健一郎  
(前・群馬大学)

## 群馬会におけるこれまでの取組み

- 産官学協働の土木学会群馬会「コンクリート研究会」
  - － 群馬県内業者からの要請がきっかけ。
  - － 平成22年8月に、「土木学会関東支部群馬会」に設置。
  - － 平成23年度より実質的活動をスタート。
  - － 産官学の20名ほどが研究会幹事(→舌間委員長+委員)。

コンクリート研究会の3本の柱



**講習会（年3回程度）**  
基礎・最新・法令／体系的テーマ

＜これまでのテーマ＞  
温度ひび割れ，材料，収縮，  
フレッシュコンクリート，養生，検査，  
劣化，維持管理

国交省の研究助成（H26，H28～）

# 群馬会におけるこれまでの講習会

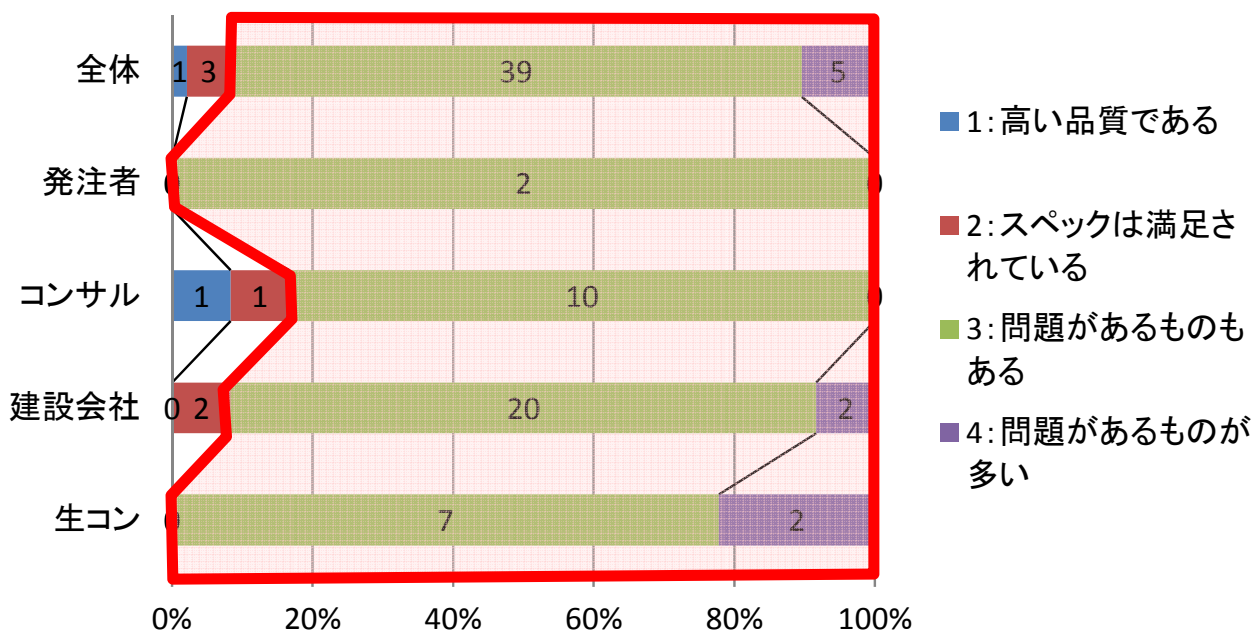
年3回程度の研究会（講習会）を開催

基本知識・最新情報・法令の3本立てとして、コンクリート工学全般に関して、体系的に学べることを目指した。

第1回	H23. 7月	参加者：60人	テーマ：ひび割れ問題を考える（Ⅰ）
第2回	H23. 11月	参加者：60人	テーマ：ひび割れ問題を考える（Ⅱ） ～山口県のひび割れ抑制対策を読み解く～
第3回	H24. 1月	参加者：200人	特別講演会 テーマ：山口県におけるコンクリートのひび割れ抑制システム
第4回	H24. 8月	参加者：110人	テーマ：コンクリート用材料、山口県品質確保指針2012
第5回	H24. 11月	参加者：150人	テーマ：コンクリートの収縮ひび割れ
第6回	H25. 2月	参加者：85人	テーマ：フレッシュコンクリート全般
第7回	H25. 6月	参加者：180人	テーマ：コンクリート工事における養生の重要性
第8回	H25. 10月	参加者：140人	テーマ：コンクリート工事の検査
特別	H26. 1月	参加者：100人	「2012年制定コンクリート標準示方書」に関する講習会
第9回	H26. 6月	参加者：120人	テーマ：暑中コンクリート
第10回	H26. 11月	参加者：140人	テーマ：コンクリート舗装
第11回	H27. 2月	参加者：170人	テーマ：表層品質評価
第12回	H27. 6月	参加者：150人	テーマ：凍害・塩害
第13回	H28. 5月	参加者：180人	テーマ：コンクリート構造物の維持管理
第14回	H28. 11月	参加者：100人	テーマ：コンクリート構造物の維持管理Ⅱ
第15回	H29. 1月	参加者：240人	テーマ：新設コンクリート構造物の品質確保

## 研究会スタート当初のアンケート結果

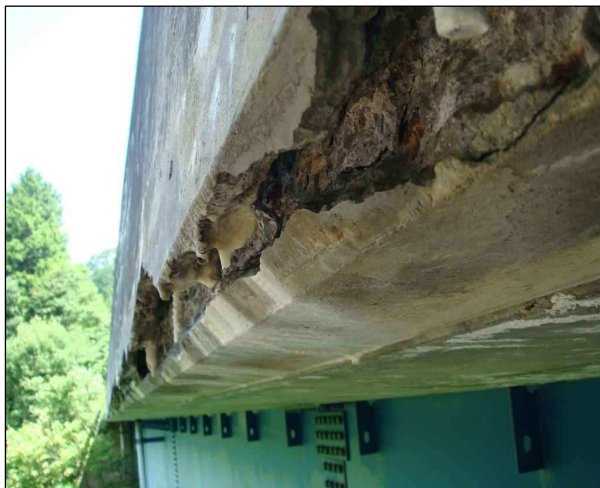
県内のコンクリート構造物の品質



**回答者の9割が群馬県内のコンクリート構造物の品質に問題があると回答**

# 群馬県内の劣化事例

橋梁点検結果から、コンクリートの劣化が多く見られる。平成21年度までに点検した結果では、**約5割**の橋梁に補修が必要な損傷が確認された。



鉄筋のさびによるコンクリートの損傷



床版コンクリートの土砂化

## コンクリートの耐久性と表層品質

土木学会本部での研究委員会活動の紹介

数年～数十年で  
劣化が顕在化

建設後  
数十年での  
劣化状況



竣工時は問題なく、  
建設後数年で  
多数のひび割れが  
顕在化した構造物



100年経っても  
健全

100年経過しても  
健全な構造物  
(函館どつく)



50年経過しても  
健全なPC構造物  
(第一大戸川橋梁)



土木学会335委員会 岸利治委員長（東大生研）スライドより  
群馬会コンクリート研究会では、第7回講習会にてご講演  
「コンクリートと水、耐久性能の関係」

## 群馬県における品質確保の展開

- 産官学協働の土木学会群馬会「コンクリート研究会」
  - 群馬県内業者からの要請がきっかけ.
  - 平成22年8月に、「土木学会関東支部群馬会」に設置.
  - 平成23年度より実質的活動をスタート.
  - 産官学の20名ほどが研究会幹事(→舌間委員長+委員).

学会活動から  
本格的な実務に展開

- 群馬県の「コンクリート品質確保WG」
  - 平成25年度に、建設企画課下田次長が座長となり設置.
  - 県内の産官学の関係者が参加
  - 昨年度(平成26年度)から現場での試行を開始

## 群馬における品質確保プラン

### <その1>

先行する山口県の手法を  
群馬県でも活用してみる

- 施工状況把握チェックシート
- コンクリート施工記録

### <その2>

群馬オリジナルの検討も試行してみる

- 表層品質の定量的な測定(研究を含む)
- 耐久性ポイントの活用(研究を含む)



## 群馬県での取組みの全体像

### 群馬県の目指す方向性 《 全体の流れ（イメージ） 》

【第1段階】 施工由来の事象への対応＝「**施工総(再)点検**」  
(確実な施工の実施／施工の基本事項の遵守)  
**施工状況把握チェックシートの活用**

【第2段階】 ●設計由来の事象への対応  
(補強鉄筋・かぶり厚・誘発目地等)  
●材料由来の事象への対応  
(骨材・セメント・混和剤等)  
**施工記録シートの活用**

施工記録データベース構築  
＋表層品質評価システム確立  
(品質評価確認試験の検証)

【第3段階】 類似構造物への対応  
(適切な設計、施工計画)

ひび割れ抑制と表層品質向上

9

## 現時点での群馬県における取り組み

- 表層品質確保の取り組み先進県である山口県のシステムを参考に、群馬県独自の視点、手法を加え導入する事を検討。
- H26年度の県品質確保WGでの検討を踏まえ、H27年度は県発注工事のコンクリート構造物における品質確保に向けた取り組みの試行を開始。  
**「施工由来の事象への対応」、「施工の記録」、  
「表層品質試験」**
- 今後は早期の本格運用を目指すと共に、施工に引き続き、設計及び材料などに由来する「ひび割れ抑制や表層品質向上」について取り組む。

# 施工状況把握チェックシート

## 現場総（再）点検

【群馬県 施工状況把握チェックシート（コンクリート打込み時）】H28版							
事業者名	〇〇土木事務所	工事名	南新井前線（〇〇線）	区画	1	1	
構造物名	〇〇線 A3橋脚	部位	左側	工種	リフト	2	
発注者	〇〇建設(株)	確認者		工事〇〇係	〇〇〇〇		
配合	27-キ-205B	確認日時	2016/6/2(水)	8:30~12:00			
打込み開始時刻	予定 8:30 実績 8:40	打込み開始時刻	22分	実績			
打込み終了時刻	予定 11:00 実績 12:00	打込み量(m <sup>3</sup> )	50	リフト高(m)	3.0		
施工要領	チェック項目					記述	確認
準備	コンクリート打込み作業員 <sup>(注1)</sup> に余剰を持たせているか。			8人	〇		
	予備のバイブレータを準備しているか。			1台(予備)	〇		
	気筒のトランプがないよう、事前にチェックをしているか。				〇		
	気筒の吐出量を確認するよう、コンクリート等は用意されているか。				〇		
	確認事項「打込み設備は汚れていないか。」					〇	
	気筒の圧力が設定されており、変動等も内れているか。					〇	
	型枠内部に、水や結露等の異物は、ないか。					〇	
	おもり内に結露はないか。					〇	
	硬化したコンクリートの表面のレジスタンス等は取り除き、ぬらしてあるか。					〇	
	硬化する恐れがある型枠を使用している場合、型枠は濡らしているか。					〇	
	事前にコンクリートが打替していた場合は、おもりを取り除くか。					〇	
	ポンプ車のアトリカーの吐出及び配管等は十分な。					〇	
	連続	降り遅くから打ち終わるまでの時間は適切であるか。			20分	〇	
	コンクリート配管内部の潤滑性を確保するため、是認りエマルジョンの圧送等の処置をしているか。					〇	
	積層の乱れや型枠崩れ等からコンクリート漏れは、ないか。					〇	
積層が不安定な場合は、コンクリートを慎重に落とすか。					〇		
コンクリートは、打込みが完了するまで連続して打ち込んでいるか。					〇		
コンクリートの表面が水気になるよう打ち込んでいるか。					〇		
打込み	一層の高さは、50cm以下としているか。			30cm	〇		
2層以上に打込みの場合、上層のコンクリートの打込みは、下層のコンクリートが固まり始める前に打っているか。					〇		
コンクリートの吐出量を確認しながら打込み高は、1.5m以下としているか。				約1.5m	〇		
型枠にオーブリングがある場合は、これを取り除いてからコンクリートを打込みしているか。					〇		
コンクリートを予備のコンクリートに10cm程度入れているか。					〇		
パイプスタを前直に挿入し、挿入距離は50cm以下としているか。					〇		
締め作業中に、バイブレータを慎重に接触させていないか。					〇		
パイプスタをコンクリートに直接挿入して打込みしていないか。					〇		
パイプスタは、穴が壊れないように除去しているか。					〇		
締め作業は適切か（5〜15秒）					〇		
養生	養生を始めるまでに養生する必要がある場合は、シートなどで保護をされているか。				〇		
	コンクリートの露出を保護しているか。				〇		
	養生設備の設置は適切であるか。				〇		
	養生設備の設置中に、養生を適切に行っているか。				〇		
養生工事	養生設備の設置は適切か（5〜15秒）				〇		
	養生設備の設置中に、養生を適切に行っているか。				〇		
養生設備の設置中に、養生を適切に行っているか。					〇		
養生設備の設置中に、養生を適切に行っているか。					〇		

目的：施工の基本事項の遵守、監督職員と施工者の技術的対話の促進

山口県版(改訂前)「施工状況把握チェックシート」を参考にした、群馬県版を使用（H28改定）

- 受注者にも事前に提供  
⇒抜き打ち検査では無い
- 発注者が1構造物1回実施（初期段階での打設が望ましい）し、改善事項の確認  
⇒改善事項の次回打設への反映
- 構造物や打設リフトにより、該当しない項目がある場合は除く  
⇒除外事項は事前に協議しておく

監督員と現場技術者が余計なことと思っていないか？

⇒チェック項目は、特別（新たに）に取り組む事では無い。  
基本の総（再）点検です。

# コンクリート施工記録

目的：変動要因の分析のためのデータ収集

→完成後の不具合発生時の分析にも活用

【データベース構築中】

○山口県版(改訂前)「コンクリート施工記録」に、耐久性ポイント計算シートと生コン打込み記録を追加した群馬県版を使用

- 発注者（+設計者）と施工者（+生コン）が作成
- 打込みリフト毎に作成

記録シート②						
〇基本情報						
名称・項目・施設名	（一）南新井前線		工期	H27.8.24 ~ H28.3.18		
工事名	単独7軸道路整備推進事業分2号(ボックスカルバート)		区画	日輪寺工区		
構造物名	ボックスカルバート		工種	リフト		
構造物詳細	RC		リフト名	1-右		
〇コンクリート						
材料・配合	呼び強度	27 N/mm <sup>2</sup>	スラブ	8 cm	骨材最大寸法	20 mm
	水セメント比	55 %	単位セメント量	290 kg/m <sup>3</sup>		
品質管理	セメント種類	高炉P種	セメント会社	電気化学工業株式会社		
	混和剤	---	混和剤	---		
試験	生コン工場	三山アドコス生コン株式会社 富士工場				
	試験採取時期	打込み開始時	150m <sup>3</sup> 打込み時又は午後	300m <sup>3</sup> 打込み時	試験許容値	
	スラブ	8.0 cm	cm	cm	±2.5cm	
	空気量	4.0 %	%	%	±1.5%	
	塩化物イオン量	0.040 kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	0.30 kg/m <sup>3</sup>	
	コンクリート温度	14.0 °C	°C	°C		
	打込み時外気温	9.0 °C	°C	°C		
	7日強度	24.6 N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		
28日強度	39.1 N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>			
〇運搬・打込み・締めの						
打込み日	2015年12月14日			天気	くもり	下層リフト打込み日
型枠種類	メタル		下層リフト目録			
運搬	現場までの運搬時間	20 分	現場待機時間	10 分	荷卸し時間	分/台
	現場内運搬方法	ポンプ(配管なし)	ポンプ圧送距離	26 m	ポンプ車台数	台
打込み	開始時刻	8:30	終了時刻	12:00		
	リフト高	0.9 m	打込み量	61.0 m <sup>3</sup>	打込み速度	0.3 m/h
締めの	パイプスタ台数	5 台	パイプスタ人数	3 人	パイプスタ準備	2 台
	ホース開先	1 人				
〇コンクリート温度履歴						
初期温度	14.0 °C	最高温度	17.2 °C	温度上昇量	3.2 °C	
最高温度に到達した時間	33 時間後					
〇養生						
養生方法	養生日	2016年1月6日	養生期間	23 日		
養生(湿潤状態)期間	養生方法	型枠面	メタル			
	養生方法	打込み面	養生マット			

# 平成27、28年度の試行内容

- 技術担当職員研修 各年度当初1回 計2回
- 土木事務所毎で県職員と施工者合同の研修会等を実施  
参加者数：約800人

- 新設構造物において試行対象現場を選定

## <試行現場数>

構造物種別

橋梁上部工については、契約分割数

	箇所数	内訳					
		ボックス	橋梁下部工	橋梁上部工	擁壁工	シェッド下部工	トンネル覆工
H27	23	4	12	5	2	—	—
H28	62	12	40	6	2	1	1
計	85	16	52	11	4	1	1

- 試行現場と隣接する既設構造物で表層品質測定を実施。

目視評価は、施工業者も参加し、評価結果の振り返りを実施。

13

## 事務所毎の研修会

渋川土木事務所建設業協会研修会



藤岡土木事務所 職員研修会（座学）



館林土木事務所 職員現場研修会（打設状況）

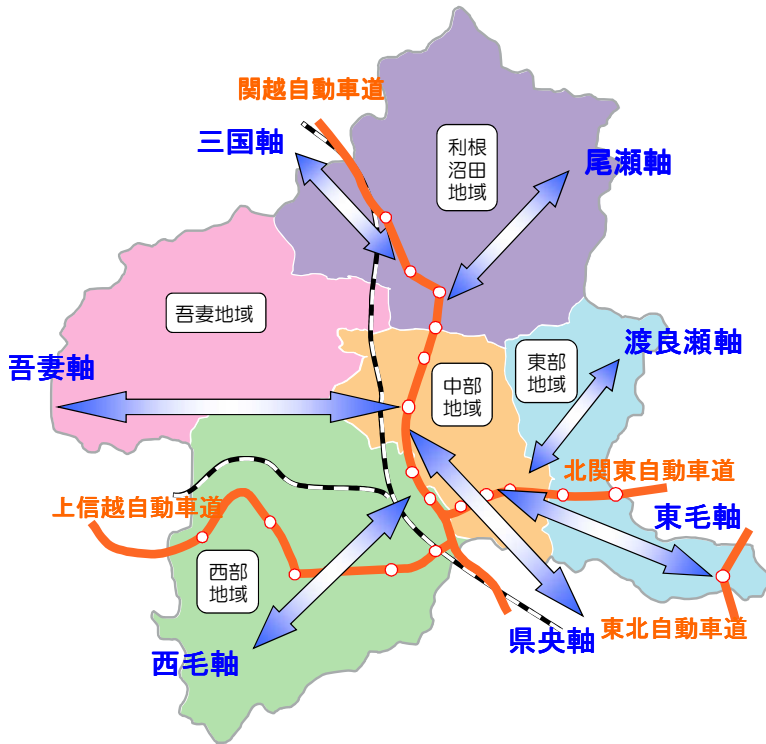


太田土木事務所 職員現場研修会（打設状況）



# 群馬県における社会資本整備

はばたけ群馬・県土整備プラン  
「7つの交通軸構想」



施工中及びH30年度までに着手予定の橋梁数は約50橋(見込み)

※今後建設される新設構造物は少なくない!

さらに長期的に見れば、更新の時代に突入!

# 群馬県における社会資本整備

大規模事業 地域高規格道路 上信自動車道の整備促進



計画全延長 約80km 整備区間内の未供用【県施工】延長約27km

今後建設予定のコンクリート構造物が多数存在する。

概算(H26年度末): 橋梁30橋(下部工90基), BOXカルバート60基  
(換算すると 1橋/km)

新たな取り組み=コンクリート構造物の品質確保を始める  
絶好のタイミング!であった。



## 群馬県における品質確保の試行結果(アンケート)

### 試行に対するアンケートの実施

□目的：施工状況把握チェックシートと施工記録について、試行工事に携わった監督員、現場代理人等へ改善点や効果についての意見を把握

□調査数：監督員 10名  
現場代理人等 7名  
試行現場 16現場

□調査内容：①施工状況把握チェックシートについて

- ・チェックシート改善点
- ・チェックシートの効果
- ・チェックシートの活用

②施工記録シートについて

- ・施工記録シートの改善点
- ・施工記録シートの効果
- ・施工記録シートの活用

## 群馬県における品質確保の試行結果(アンケート)

### 試行に対するアンケートの結果

施工状況把握 チェックシートについて	回答	発注者	受注者	全体	
品質向上に 効果があったか	あった	10	5	15	88%
	なかった	0	0	0	0%
	わからない	0	2	2	12%
今後も利活用が 必要か	はい	10	7	17	100%
	いいえ	0	0	0	0%

## 群馬県における品質確保の試行結果(アンケート)

### 試行に対するアンケートの結果 意見抜粋

#### • チェックシートについて

##### 改善点

- ✓現場ごとに留意すべき箇所を追加(過密配筋への対策等)
- ✓チェック項目が多く手間がかかるので簡素化を希望
- ✓暑中、寒中対策を具体的に記述
- ✓打込み作業人員の余裕人数の具対的な人数を記述

##### 効果

- ✓チェックシートの活用だけで品質が向上するか疑問
- ✓関係者での意識向上へのツールとして有効であり、品質向上した
- ✓次回打設時への改善点が明確化され、取り組めた

##### 今後の利活用

- ✓チェックするだけの形骸化にならないか心配
- ✓監督員が臨場することにより、技術力の向上にもつながる
- ✓山口県の「eラーニング」とあわせて活用するとわかりやすい

## 群馬における品質確保プラン

### <その1>

先行する山口県の手法を  
群馬県でも活用してみる

- 施工状況把握チェックシート
- コンクリート施工記録

### <その2>

群馬オリジナルの検討も試行してみる

- 表層品質の定量的な測定(研究を含む)
- 耐久性ポイントの活用(研究を含む)

# 表層品質の測定・評価

- コンクリート構造物の所要の表層品質（かぶりの緻密さ）は、構造体コンクリートの性能として、硬化後に直接に検査・評価することが理想。
- 実際には、写真や書類によるプロセス検査が中心で、十分ではなかった。

- 近年、様々な非破壊試験の技術開発が進み、表層透気試験や表面吸水試験など、数多くの試験法が提案されている。
- スイスでは表層透気試験による、構造体コンクリートの検査が標準規格SIAに組み込まれた。

## 表層品質測定の方法例

### 表層透気試験(トレント法)



構造物表面に取り付けたチャンバー（カップ）から吸気し、表層コンクリートの透気係数を完全非破壊で測定

<長所>

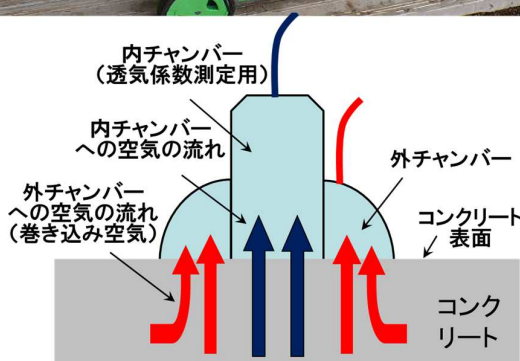
表層コンクリートの物質移動抵抗性を直接に評価できる。

中性化速度係数などとの相関が高い、精緻な手法である。

スイスでは標準規格SIAに採用。

※類似の手法として、

吸水試験SWAT法（横浜国大）なども開発されている



# 表層品質に着目した研究・展開@群馬

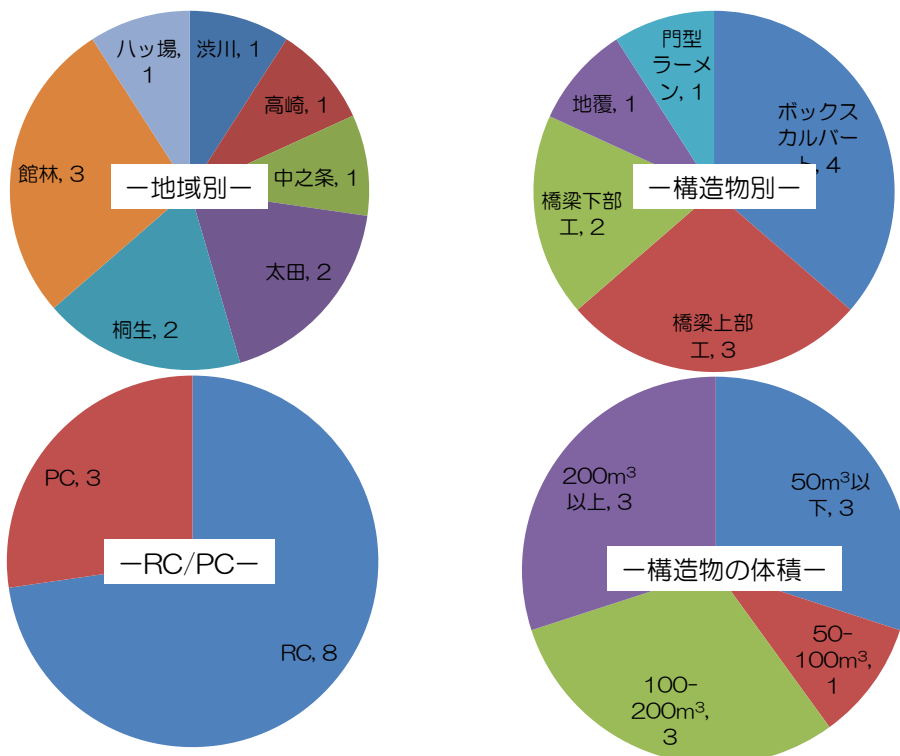
- ① 群馬県内各地の構造物における品質調査  
【広い調査】現時点における品質レベルの把握
- ② 館林の2現場における詳細調査  
【深い調査】測定手法の有効性の分析
- ③ 広大・前工大・鉄道総研・東大生研の研究  
さらに簡便な表層品質測定手法の開発

群馬県との共同研究に加えて、H26およびH28～30には、国交省の「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」に採択され、助成を受ける。

主な研究メンバー：半井（広大、代表）、舌間（前工大）、西尾（鉄道総研）、岸（東大生研）、酒井（東大生研）、群馬会コンクリート研究会幹事（研究会委員）

## ① 広い調査：群馬県内新設構造物の表層品質調査

群馬県発注で建設された構造物の調査を実施（H26）



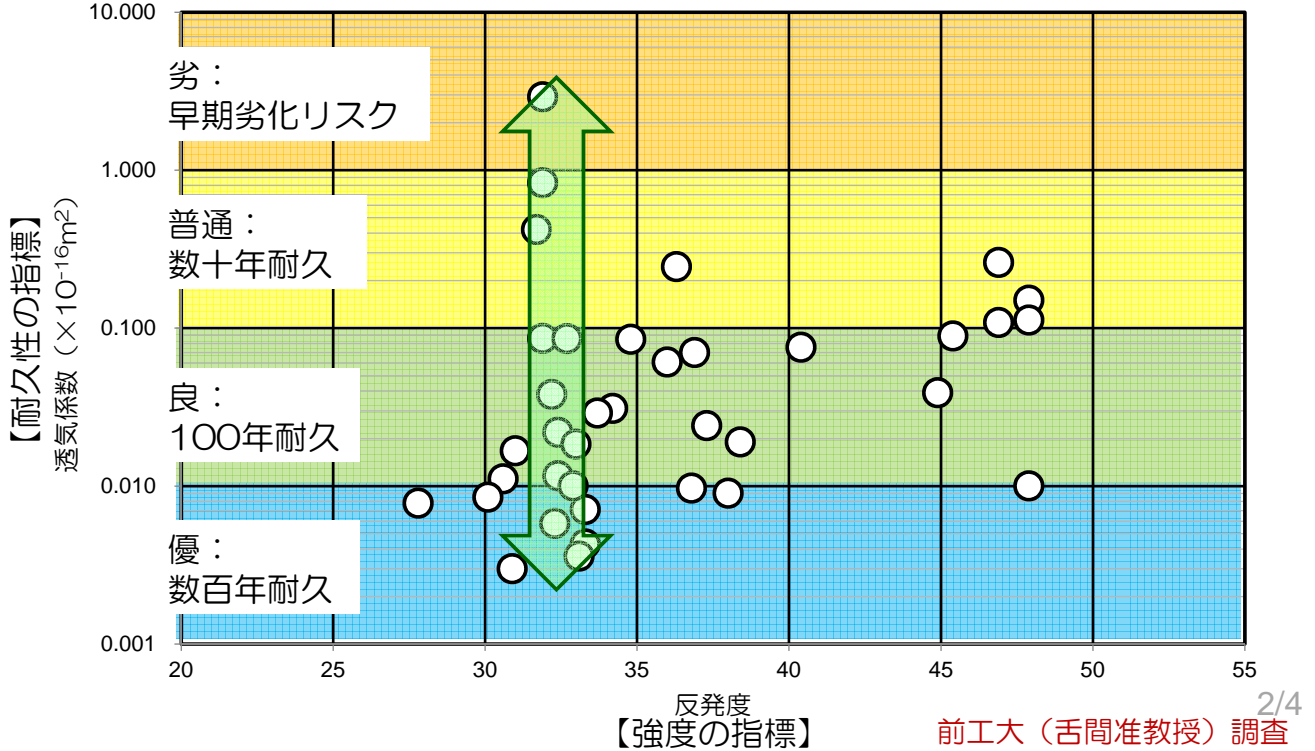
前工大（舌間准教授）調査



# 群馬県内新設構造物の表層品質調査

群馬県発注の構造物調査の結果（H26）

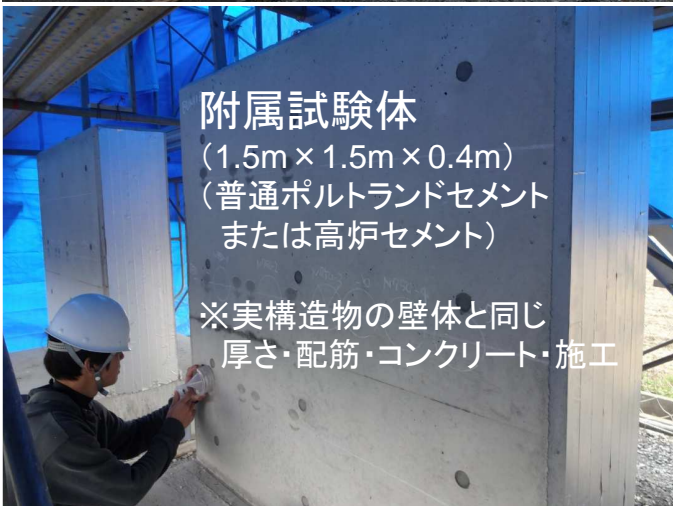
反発度（≒強度）が同じでも、表層品質（≒耐久性）には大きなばらつき。  
強度はW/Cでほぼ決定するが、耐久性は施工による変動が極めて大きい。



## ②深い調査：群馬県内新設構造物の表層品質調査



館林の現場では、実構造物の測定に加え、附属試験体を作製して詳細調査を実施



### 「附属試験体の養生条件」

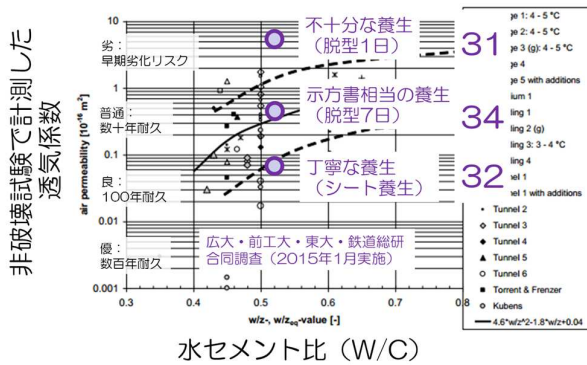
- A: 丁寧な養生 (実構造物と同じシール養生)
- B: 標準的な養生 (示方書記載の材齢7日までを封緘養生)
- C: 不十分な養生 (材齢1日で脱型して気中暴露)

# 新設構造物の表層品質調査から見たもの



実構造物では  
強度と耐久性の  
相関は高くない

↓  
強度の保証だけでは  
耐久性を保証できない



W/Cと耐久性の  
関係に大きなばらつき

↓  
耐久設計の基本はW/C  
でもW/Cだけでは  
耐久性を保証できない

## ③研究開発：散水試験の利用



Torrent氏提供

＜表層透気試験の短所＞

- 電源が必要
- 装置が高額
- 測定に時間がかかる。  
(1ブロック1時間 (6分×6点))



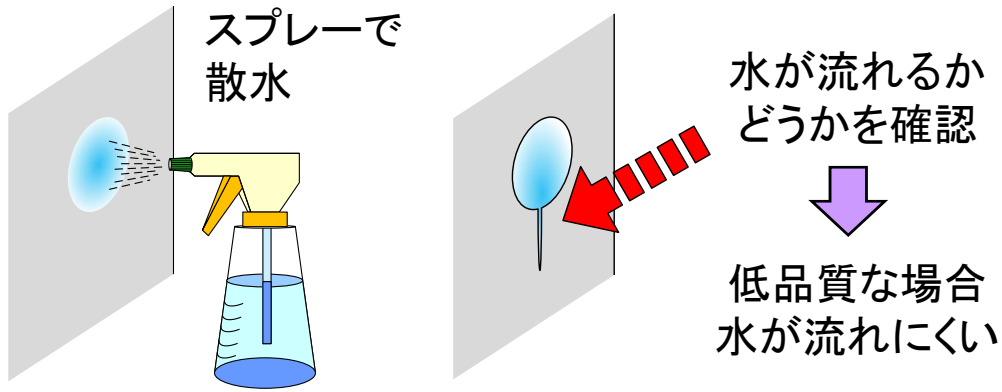
緻密なコンクリートでは  
散水した水が吸われず  
すぐに垂れ流れる。

西尾氏  
(鉄道総研)

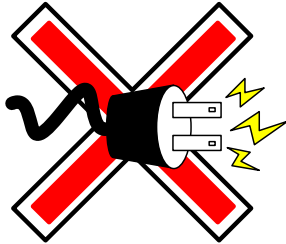
＜散水試験の開発 (西尾氏ら)＞  
電源不要・格安装置・短時間多点計測を可能とする、新手法の開発

「一定量の水を一定間隔で繰り返し  
散水し、流下開始までの回数を測定し、  
表層品質を定量的に評価」

# 散水試験とは



**NO PLUG**



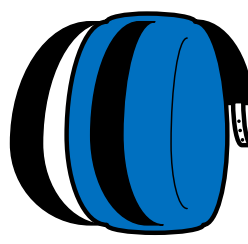
電源設備不要

**1 Person**



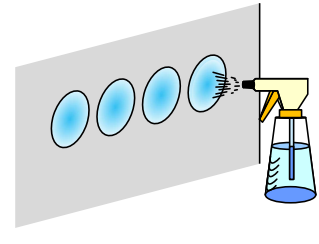
人員1名

**1 Pack**



リュック1個

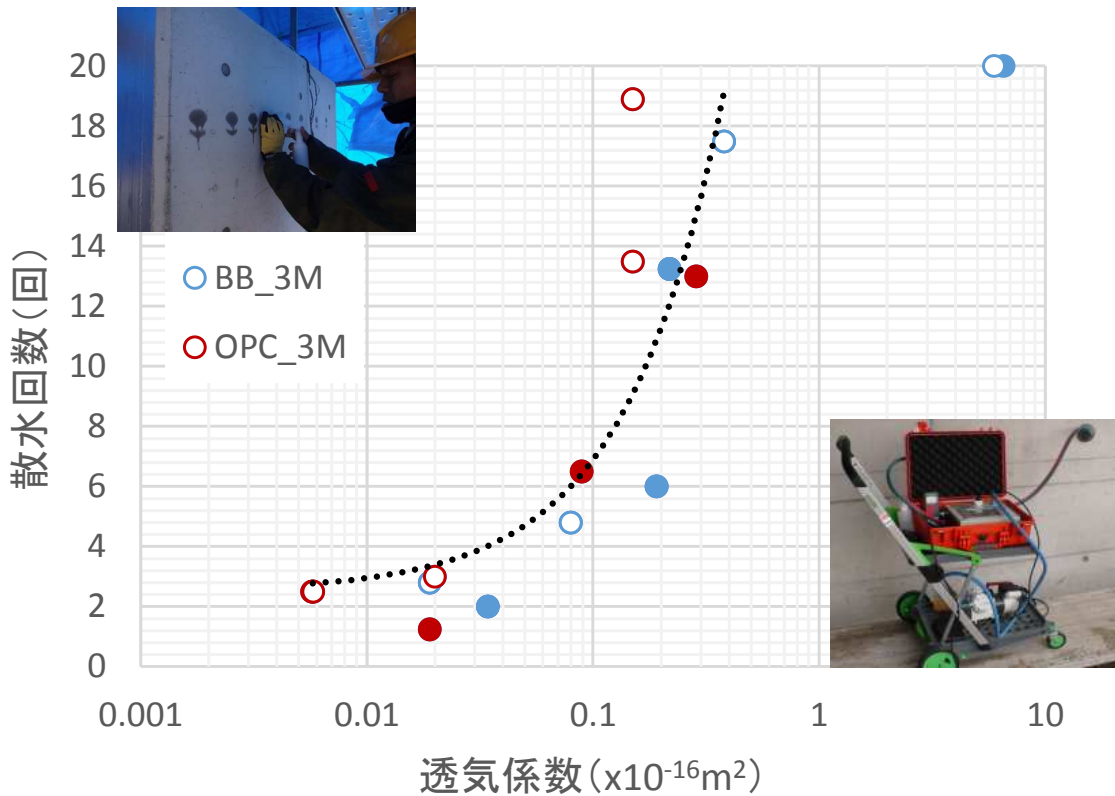
**Multi-points**



多点同時測定

# 簡易法の有効性を実証！

吸水性の低い良好な品質 ← → 吸水性の高い粗悪な品質



透気性の低い良好な表層品質 ← → 透気性の高い粗悪な表層品質

# 今後の研究の展開@群馬

- コンクリート構造物品質確保ガイドラインの制定
  - ・ H 2 9 年度にガイドラインを作成し、H 3 0 から本格実施する予定
  
- 施工記録データベースの構築
  - ・ これまでの試行工事施工記録シートをデータベース化を図り、類似構造物への設計・施工への反映
  - ・ 維持管理への連携を検討  
(橋梁点検との連携)