

コンクリート構造物の施工時 初期欠陥の対策技術の検討

早稲田大学 清宮
SCOPE 研究助成成果報告
2011. 7. 22

研究の動機

- ・ コンクリートの初期欠陥は長年の課題
解決ほど遠い
- ・ 対策方法、解析方法: 学会、大学、ゼネコンなど進歩
- ・ 理由: 工費の削減、短い施工期間、熟練工の不足
- ・ 各種対策工法が提案 技術提案に使用: 適用性は疑問

全体研究計画

- ・ 2010年度
設計法の検討
温度ひび割れ・乾燥収縮の対策
膨張材、各種繊維補強の適用性
- ・ 2011年度
施工法の検討
各種打継目処理工法の適用性
過密鉄筋などでの振動締固め方法

五洋、東亜、東洋と早稲田大学の共同研究

コンクリートの施工時の初期欠陥とは

定義: 建設時に施工不良、不十分な設計に起因する損傷

ひび割れ
ジャンカ(豆板)
コールドジョイント
表面気泡
砂すじ

耐久性と美観に問題

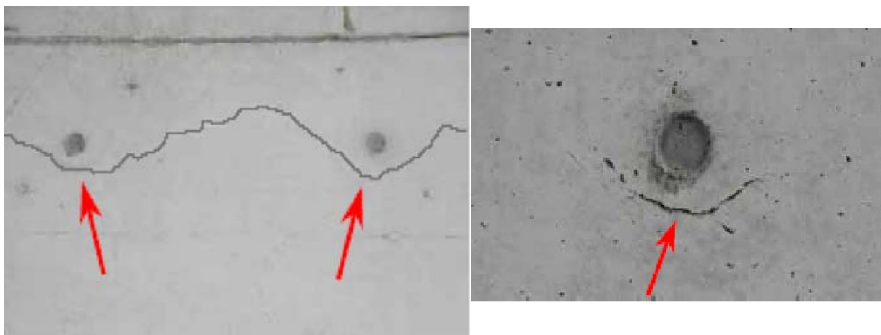
ジャンカとコールドジョイント



トンネル壁と天井のひび割れ



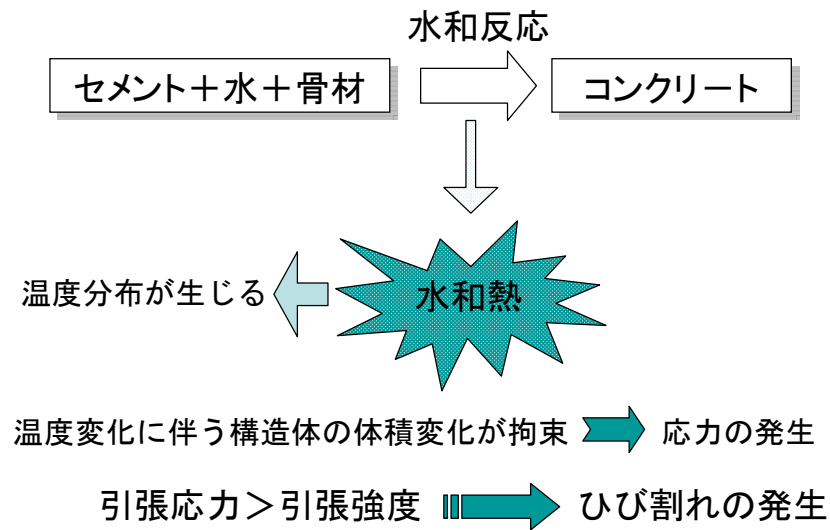
コンクリートの沈下によるひび割れ



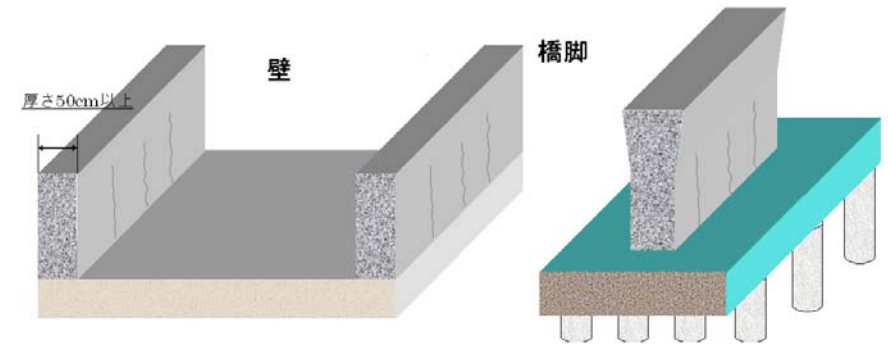
初期欠陥のリスク

- (1) 事前対策(設計施工で配慮)か
事後対策(補修を前提)
- (2) 予算、工期、施工法と関連
- (3) 技術提案ではどうすべきか
- (問題1) 設計段階で検討不十分、施工時の変更困難
 -欠陥: 受注側のリスク負担
- (問題2) 技術提案しても受注金額に反映されない
 -技術の無償提供

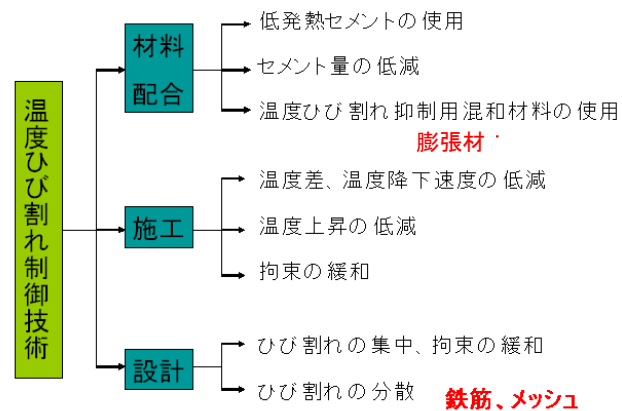
温度ひび割れ発生のメカニズム



構造物での温度ひび割れの例



温度ひび割れの対策 (マスコンの施工)



東京ゲート大橋でのRC橋脚の施工 温度ひび割れの検討(scopeと関連)



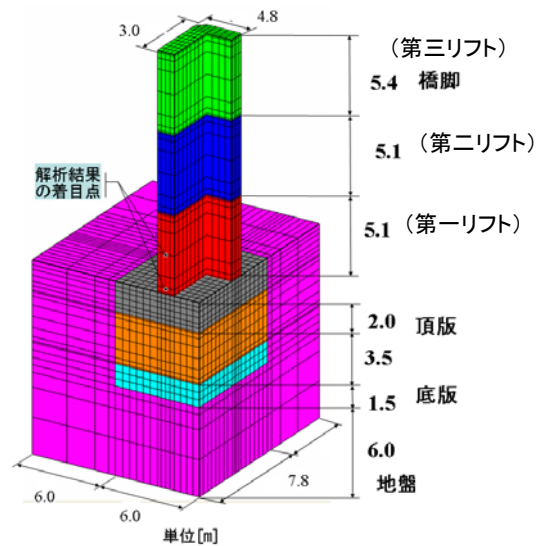
対策
膨張材の使用
低発熱セメント
高耐久性型枠



温度ひび割れ設計での有限要素法解析モデル

壁厚は1.1～1.2m

1/4モデル



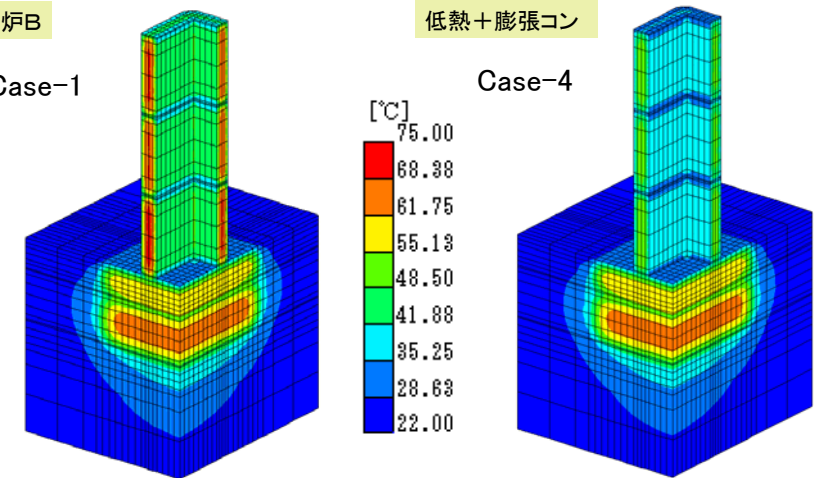
最高温度の分布

高炉B

Case-1

低熱+膨張コン

Case-4



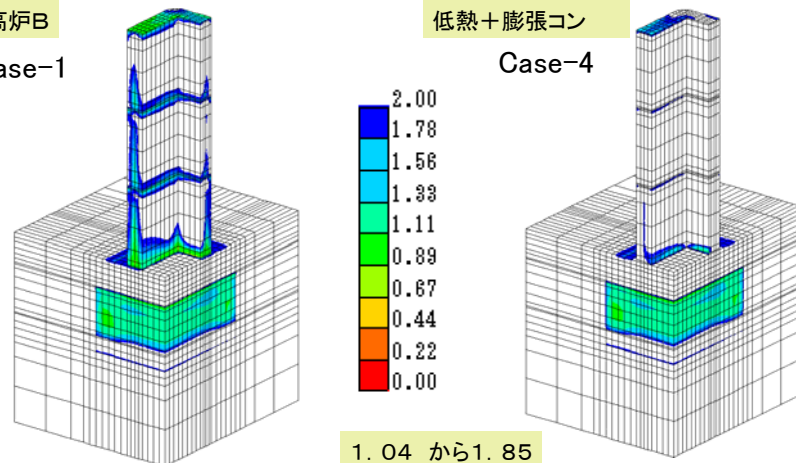
最小ひび割れ指数

高炉B

Case-1

低熱+膨張コン

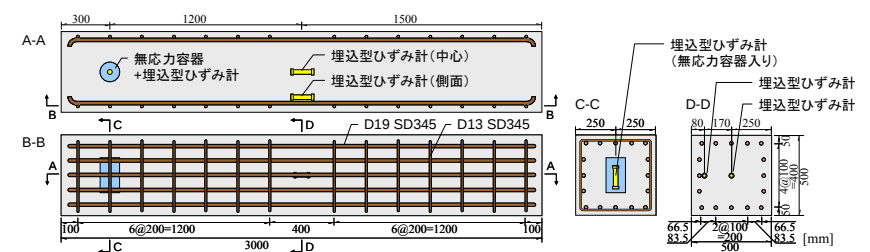
Case-4



1.04 から 1.85

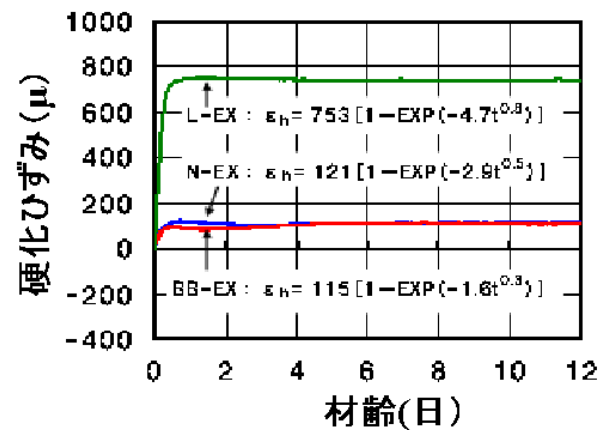
膨張コンクリートの確認試験

(1) 小型梁モデルと(2) 大型壁モデル



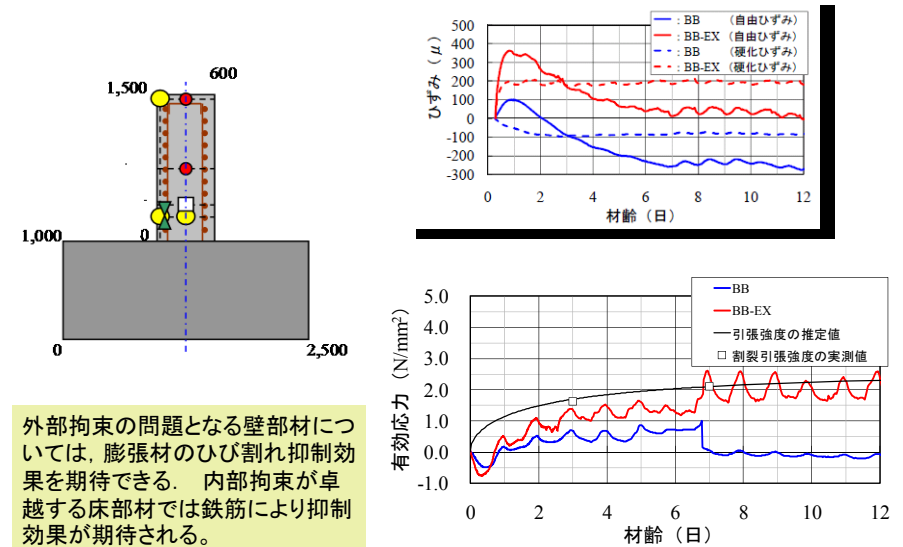
小型梁試験体の概略

膨張コンクリートの線膨張係数やひずみ性状はセメントの種類に大きく影響する



Lセメントと膨張材を組み合わせた場合、他の組合せに比べて効果的に温度応力を低減できる

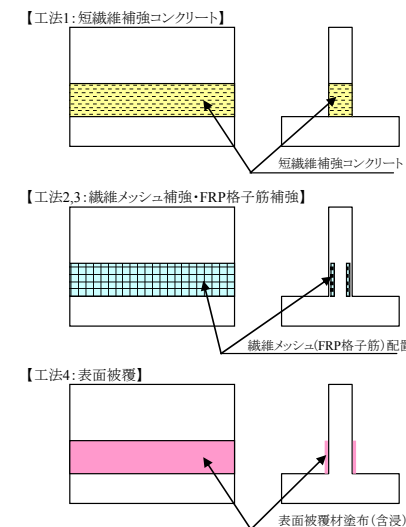
大型モデルでの膨張材の確認



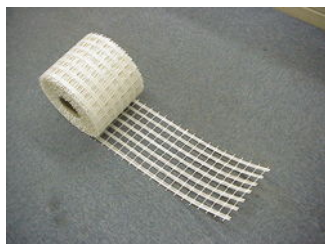
温度ひび割れのための大型模型試験体



繊維などの各種補強方法



ひび割れ幅の制御 アラミドとガラス繊維補強



設置状況

■ 繊維材料を用いたひび割れ抑制方法

(1) 多くの工法が開発され、実施事例も比較的多い。

(2) 形状や材質が様々で効果の定量的な評価や比較が十分とは言えず、工法選定時に期待されるひび割れ抑制効果が不明瞭。

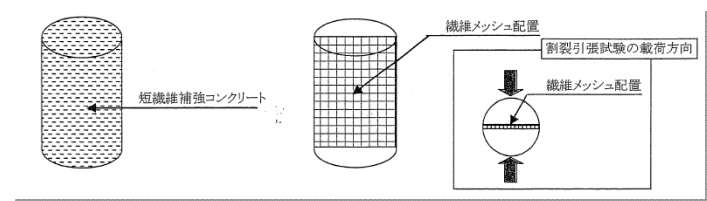
(3) 力学的性能の確認を目的とした要素試験および小型RCはりによる実験的検討を実施。

繊維の種類

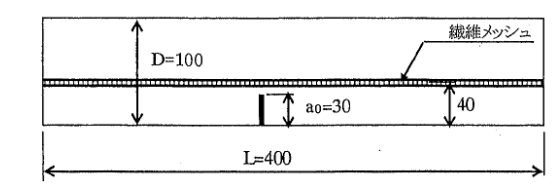
これらの量を変えたら効果どうなるか？

繊維種類	繊維名称	標準混入量
ガラス繊維	アンチクラックHD	0.60kg/m ³
PP繊維	クラックバスター	0.91kg/m ³
ガラスメッシュ	ハイパーネット60	1枚
FRP格子筋	FTG-C3	1枚

(試験体詳細：要素試験)



円柱試験体の補強方法

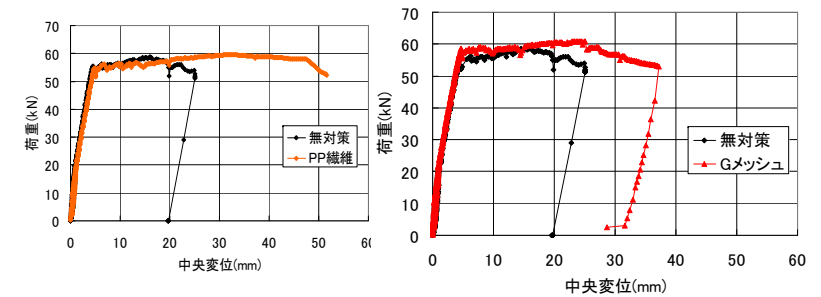


切り欠き曲げ試験体 繊維メッシュ補強方法

切り欠き曲げ試験の結果

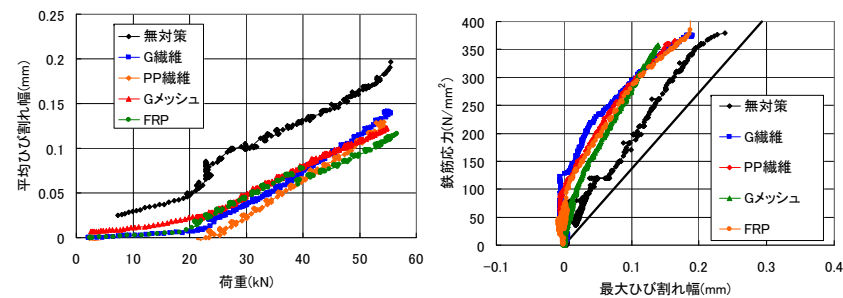
- ①ガラス繊維の場合は破壊エネルギーの増加に対する明確な効果が見られない。
- ②PP繊維の場合が無対策の場合に比べて40%程度破壊エネルギーが増加する。
- ③ガラスメッシュの場合は7倍以上の大きな破壊エネルギーの増加が見られる。
- ④各試験体の引張軟化曲線を推定できた。

荷重変位関係への影響



強度は変わらないが変形はのびる

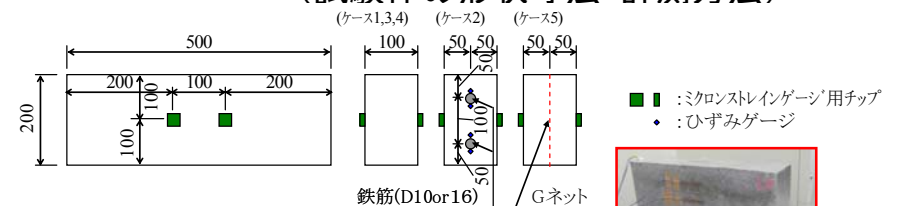
ひび割れ幅の影響



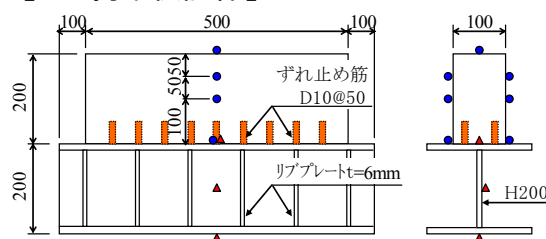
ひび割れ幅をほぼ半減できる

繊維の乾燥収縮実験概要

【S1: 無拘束供試体】(試験体の形状寸法・計測方法)



【S2: 拘束供試体】



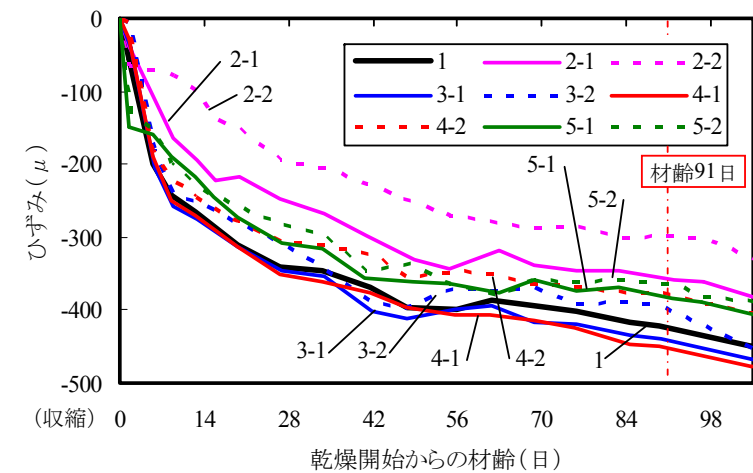
- : ひずみゲージ(Con計測用)
- ▲ : ひずみゲージ(鋼材計測用)



乾燥収縮試験のケース

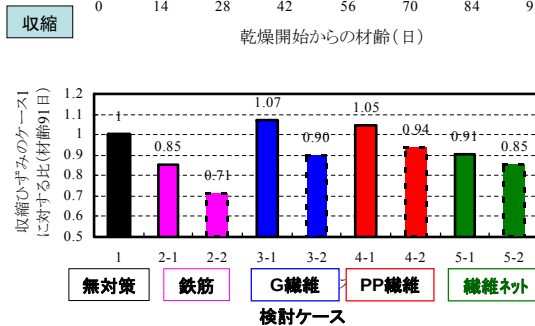
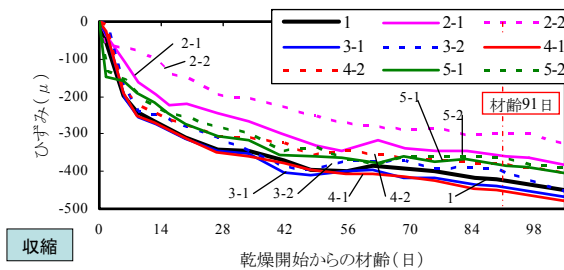
検討 ケース	単位量(kg/m ³)					鉄筋 比(%)		Gネット (枚)	拘束条件	
	W	C	S	G	Ad	G繊維	PP繊維		S1	S2
1						-	-	-	○	○
2-1						-	-	0.7	○	
2-2						-	-	2.0	○	
3-1						0.6	-	-	○	○
3-2	159	328	784	1041	3.49	1.2	-	-	○	
4-1						-	0.91	-	○	○
4-2						-	1.82	-	○	
5-1						-	-	1	○	○
5-2						-	-	2	○	

乾燥収縮の実験結果



鉄筋比大・有効 繊維:さほど効果無し

乾燥収縮特性(実験結果)



標準×2倍で
やや収縮が低減
量を増やす必要

コンクリート打設と表面処理



通常処理:コンクリート打設→仕上げ→遅延材散布→高圧水洗浄
処理剤: 同上 ー処理剤散布

打継目対策の効果の確認試験

B 無処理 —

D 通常打継処理

(凝結遅延剤+高圧水) 300 g/m³(原液)

J 打継処理剤 ①

(PAE系エマルジョン) 200~300 g/m³(原液)

C 打継処理剤 ②

(PAE・SBR系エマルジョン) 300 g/m³(原液)

処理後の状況



無処理



凝結遅延剤+高圧水



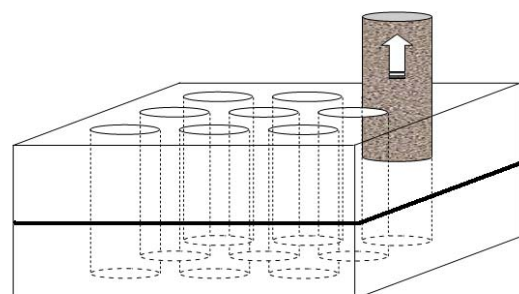
PAE系エマルジョン



PAE・SBR系エマルジョン

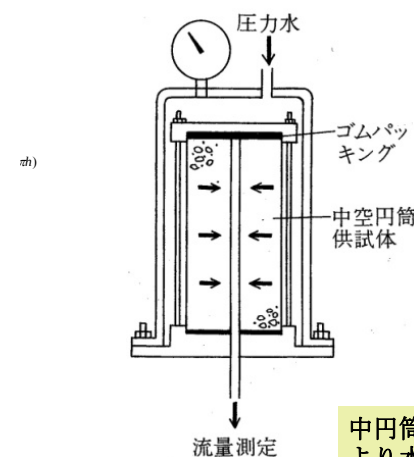
打継目の試験体の概要

引張試験・促進中性化試験・
透水試験(アウトプット法)



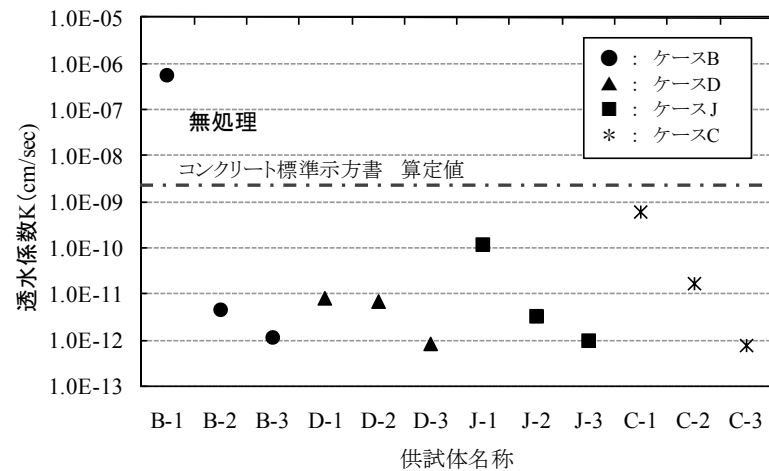
打継目

アウトプット法概要および実施状況



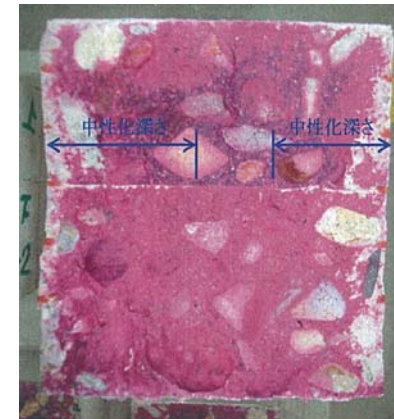
中空円筒型の供試体の上下端面をゴムパッキングにより水密に保ち、側面からの圧力水は0.98N/mm²とし、供試体下面からの流出水を計測。

透水係数の結果

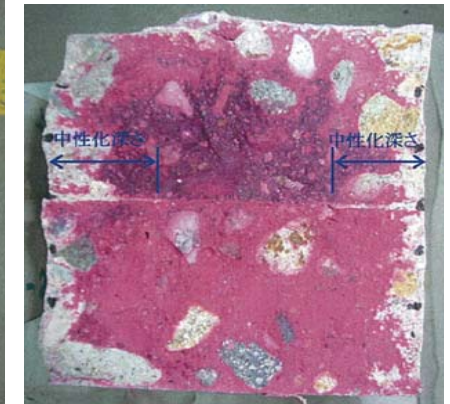


各種処理剤で透水性は確保できる

中性化深さ フェノールフタレン液

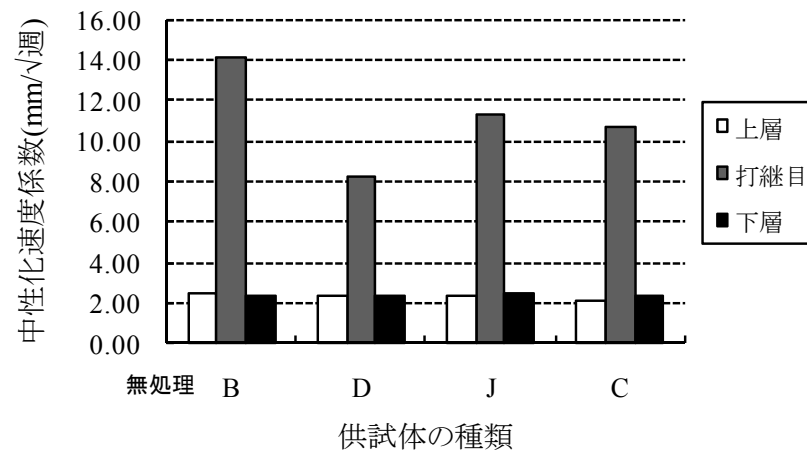


無処理



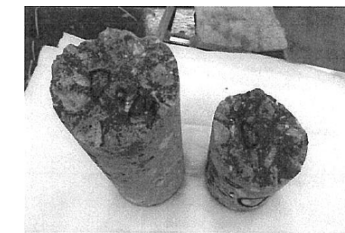
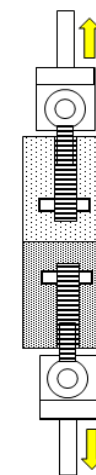
打継処理剤①
(PAE系エマルジョン)

中性化係数の比較



中性化進行は少し改善

純引張試験による打継面強度



打継面の引張強度

	28日 引張強度 N/mm ²	91日 引張強度 N/mm ²
無処理	0.67	0.99
通常打継処理	1.59	1.73
打継処理剤 ①	2.05	2.09
打継処理剤 ②	0.92	1.20

強度は増加

まとめ

- 施工時の初期欠陥の対策法を検討
- 温度ひび割れ対策（膨張材、繊維）、打継面処理など各種方法で効果が異なる
- 対策法の検討（適用範囲など）が必要
すべてが効果が十分ではない