

2012年9月11日
土研新技術ショーケース 2012 in 東京

鉄筋コンクリート用再生粗骨材の簡易な評価方法 — 試験紙法 —

(独)土木研究所 寒地土木研究所 耐寒材料チーム 田畑 浩太郎

研究背景 ～ 再生骨材の現状



研究背景 ～ 再生骨材の将来



経済産業省「骨材需給表」(平成22年版)より

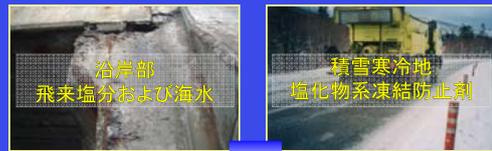
道路用路盤材の需要減少

国土交通省総合政策局(平成17年度)建設副産物資料より

コンクリート解体材の発生量増加

再生骨材をコンクリート用骨材として循環利用

研究背景 ～ コンクリート用再生骨材としての課題

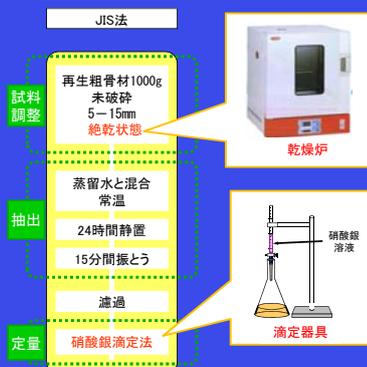


再生骨材に含まれる塩化物量の管理が重要

再生骨材は品質のバラツキが大きいため、
JIS Q 1011により検査頻度が約2倍程度多く定められている

効率的な品質管理方法が求められる

研究背景 ～ 現在用いられている試験方法



研究背景 ～ 現在用いられている試験方法



研究目的 ~ 試験紙法の適用性の検証

試験紙法

塩化物抽出
試料調整が簡易
抽出が簡易

↓

塩化物定量



塩化物濃度測定計
※フレッシュコンクリートの塩化物量管理に使用

目的

試験紙法の適用性の検証

内容

実験①:
試験紙法における塩化物抽出条件の検討

実験②:
試験紙法と既存の方法で測定した塩化物濃度の比較

実験③:
試験紙法による全塩化物濃度の推定方法の検討

実験①

試験紙法における塩化物抽出条件の検討

試験概要 ~ 塩化物の抽出条件

基本方法

再生粗骨材 (5-15mm)
↓
破碎/粉碎
↓
分析試料 (24hr 自然乾燥)
↓
抽出水(200ml)と混合
↓
振とう(80~100回/min)
↓
ろ過
↓
塩化物濃度測定計

試験ケース	試料の状態	抽出水の温度	振とう時間
ケース1	未破碎(5-15mm) 200g	80°C	5分間
	粗碎(5mm以下) 200g		
	粉末(0.15mm以下) 40g		
ケース2	粉末(0.15mm以下) 40g	20°C 50°C 80°C	5分間
ケース3	粉末(0.15mm以下) 40g	80°C	1分間
		80°C	5分間 15分間

試験概要 ~ 再生粗骨材の製造および品質



破碎処理 (ジョークラッシャー) + 摩砕処理 (乾式すりもみ装置)

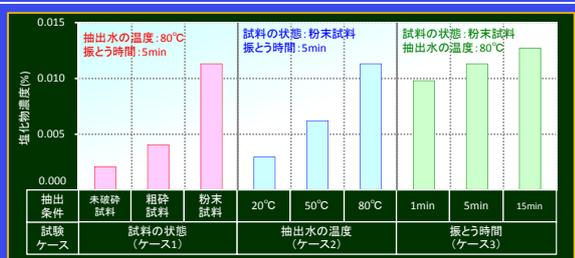


塩化ナトリウムを混入したコンクリートブロック

再生骨材

再生粗骨材	原コンクリート		再生粗骨材	
	水セメント比 (%)	塩化ナトリウム添加量 (kg/m ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)
Ra	50	1.420	2.52	3.22

試験結果 ~ 各条件が塩化物の抽出量に及ぼす影響

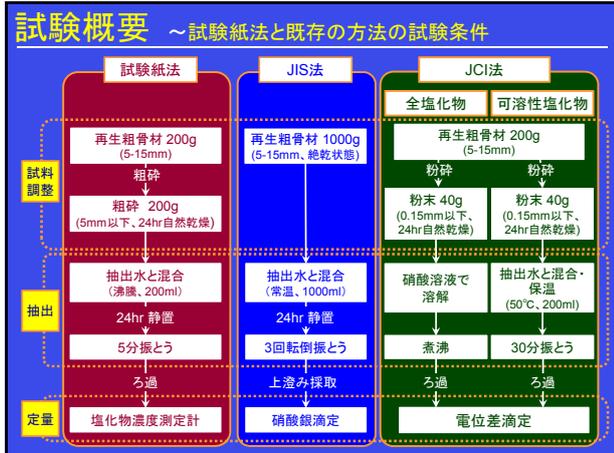


抽出条件	未破碎試料	粗碎試料	粉末試料
試験ケース	ケース1	ケース1	ケース1
抽出条件	抽出水の温度: 80°C 振とう時間: 5min	抽出水の温度: 80°C 振とう時間: 5min	抽出水の温度: 80°C 振とう時間: 5min

- 試料が細かいほど塩化物の抽出量が増加
→ 人力で調整可能な粗碎試料を使用
抽出水へ24時間浸け置きする工程を追加
- 抽出水の温度が高いほど塩化物の抽出量が増加
→ 沸騰するまで加熱した抽出水を使用
- 振とう時間は大きく影響しない → 人力での振とうを想定し、5分間に設定

実験②

試験紙法と既存の方法で測定した塩化物濃度の比較



試験概要 ~再生粗骨材の製造および品質



塩化ナトリウムを混入量を変えたコンクリートブロック

破碎処理 (ジョークラッシャー) + 摩砕処理 (乾式すりもみ装置)



再生骨材

再生粗骨材	原コンクリート		再生粗骨材		備考
	水セメント比 (%)	塩化ナトリウム添加量 (kg/m ³)	絶対乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	
Ra	50	1.420	2.52	3.22	既製造
Rb	50	6.670	2.44	4.54	新規製造



実験③

試験紙法による全塩化物濃度の推定方法の検討



試験概要 ~再生粗骨材の製造および品質



塩化ナトリウムを混入量を変えたコンクリートブロック

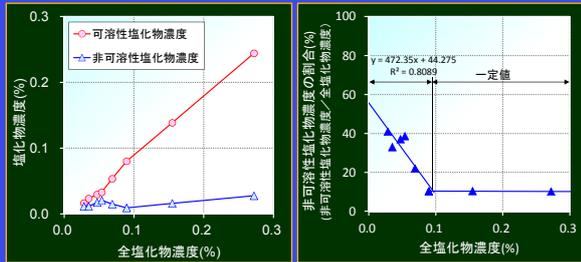
破碎処理 (ジョークラッシャー) + 摩砕処理 (乾式すりもみ装置)



再生骨材

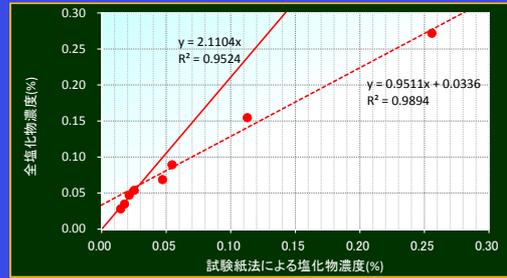
再生粗骨材	原コンクリート		再生粗骨材		備考
	水セメント比 (%)	塩化ナトリウム添加量 (kg/m ³)	絶対乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	
Ra	50	1.420	2.52	3.22	既製造
Rb	50	6.670	2.44	4.54	
Rc	50	0.900	2.46	3.63	新規製造
Rd	50	1.500	2.47	3.45	
Re	50	2.000	2.47	3.59	
Rf	50	2.500	2.46	3.72	
Rg	50	7.148	2.48	3.38	
Rh	50	12.540	2.48	3.19	

試験結果 ~再生粗骨材中の塩化物の存在状態(JCI法)



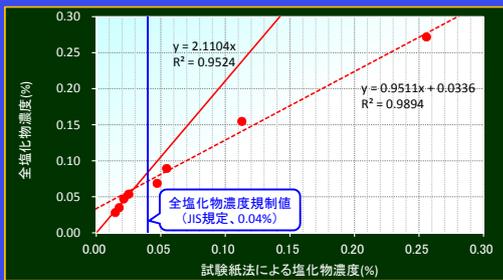
- 可溶性塩化物濃度は、全塩化物濃度に比例して増加
- 非可溶性塩化物濃度は、全塩化物濃度に関わらず概ね一定値
- 非可溶性塩化物の割合は、全塩化物濃度の増加に伴い減少し、一定値に収束
→ 非可溶性(セメント水和物に吸着・固定)で存在する塩化物が限界量に達している

試験結果 ~試験紙法による全塩化物濃度の推定(その1)



- 試験紙法による塩化物濃度と全塩化物濃度は良い相関関係
 - 塩化物濃度が低い領域と高い領域で推定式の傾きが異なる
- 影響** → 試験紙法で抽出できるのは可溶性塩化物の一部
再生粗骨材中の非可溶性塩化物には限界量がある

試験結果 ~試験紙法による全塩化物濃度の推定(その2)



- 試験紙法による塩化物濃度 $NaCl_s < \text{全塩化物濃度 } NaCl_{all}$
- $NaCl_s > 0.04\%$ → コンクリート用再生骨材として使用不可
- $NaCl_s < 0.04\%$ → 安全を考慮し、下式を使用して全塩化物濃度を推定
 $NaCl_{all} = NaCl_s \times \alpha$ (一定係数 2.1104)

まとめと今後の課題

まとめ

- 試験紙法によりJIS法と同等以上の塩化物が抽出可能
- 試験紙法で抽出できるのは可溶性塩化物の一部
- 再生粗骨材中に非可溶性として存在する塩化物の割合は、全塩化物濃度の増加に伴って減少し、一定値に収束
- 下式を使用し、試験紙法による全塩化物濃度の推定が可能
 $NaCl_{all} = NaCl_s \times \alpha$
ここに、 $NaCl_{all}$: 全塩化物濃度
 $NaCl_s$: 試験紙法による塩化物濃度
 α : 一定係数=2.1104

今後の課題

- 実構造物より製造された塩化物濃度にバラツキがある再生粗骨材に対する試験紙法の適用性を検討