

コンクリート用再生骨材に含まれる塩化物量を簡易に評価する方法 (試験紙法)

(国研)土木研究所 寒地土木研究所
寒地保全技術研究グループ
耐寒材料チーム
清野 昌貴

研究背景 ~コンクリート再生骨材の現状

現在



将来



研究背景 ~コンクリート用再生骨材の品質検査

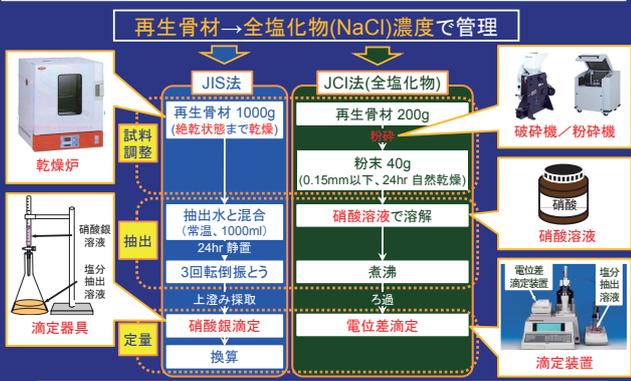


- 再生骨材は...
- 品質のバラツキが大きく、検査頻度も多い(約2倍)
 - 効率的・合理的な検査方法が必要

研究背景 ~積雪寒冷地の問題点



研究背景 ~再生骨材の塩化物濃度の管理



研究目的 ~再生骨材の塩化物濃度の簡易管理手法の考案

●現場等で比較的容易にかつ正確に塩化物濃度を測定できないか???

着目!

1. 生コンクリートの塩化物濃度の測定に用いられ、簡易に塩分量を測定できる塩化物濃度測定計(試験紙)を使えないか?
2. 使えたと仮定したならばどのように?
塩分が混入している(であろう)再生骨材を水と一緒に容器に入れてよく混ぜれば水の中に塩分が溶出して、塩分量測定計で塩分量を測定できないか?

塩化物濃度測定計



試験紙の適用性検討

研究目的 ~試験紙法の適用性の検討

検討内容

- 実験①:
試験紙法における塩化物抽出方法の検討
- 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

6

実験①

試験紙法における塩化物抽出条件の検討

7

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したコンクリートブロック

破砕処理
(ジョークラッシャー)
+
摩砕処理
(乾式すりもみ装置)

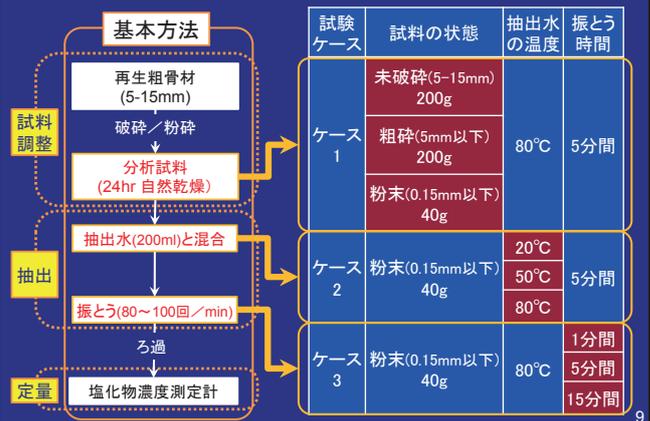


再生粗骨材

| 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 |

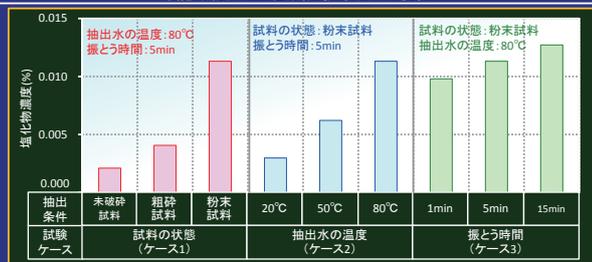
8

試験概要 ~塩化物の抽出条件



9

試験結果 ~各条件が塩化物の抽出量に及ぼす影響と合理的で簡易かつ可能な限り正確な試験手法の考案



- ケース1 試験精度は...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→粗砕試料を使用
→ なるべく溶出を多く...抽出水へ24時間浸け置きする工程を追加
- ケース2 抽出水の温度は...抽出水の温度が高いほど塩化物の抽出量が増加
→ 現場でも水を沸騰させることは可能なため、加熱した抽出水を使用
- ケース3 振とう時間は...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

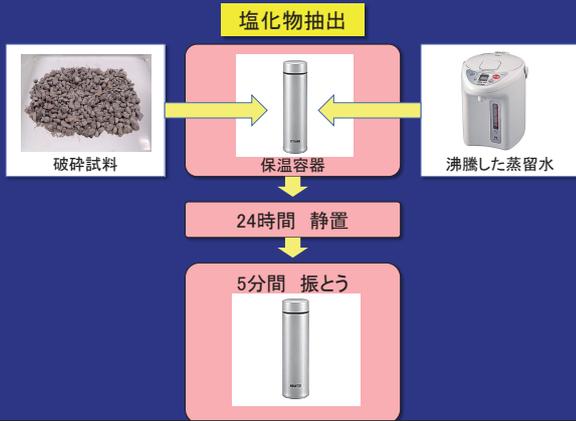
10

★ここで...設定した試験紙法の概要



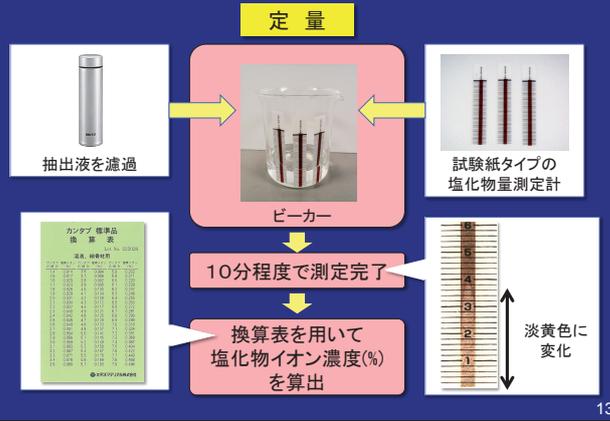
11

試験紙法の概要



12

試験紙法の概要



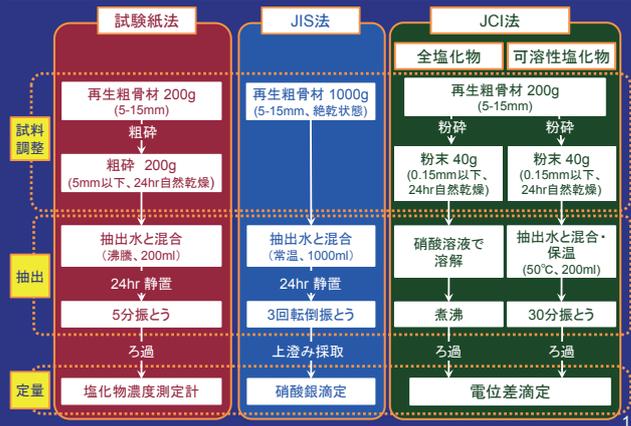
13

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

14

試験概要 ~試験紙法と既存の方法の試験条件



15

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

破砕処理 (ジョークラッシャー) + 摩砕処理 (乾式すりもみ装置)

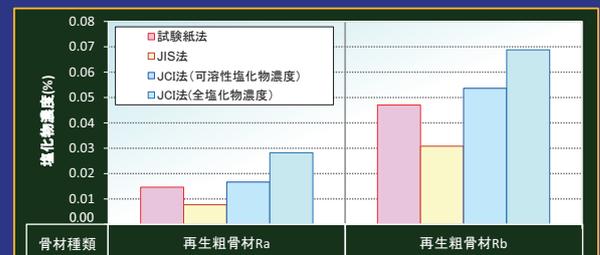


再生粗骨材

| 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 |

16

試験結果 ~各試験法による塩化物濃度の比較



- 試験紙法により、JIS法と同等以上の塩化物が抽出できる
- 試験紙法の測定値は、再生粗骨材の塩化物濃度の高低に応じて変化 → 再生粗骨材の塩化物濃度測定に適用可能
- 試験紙法による塩化物濃度は、JCI法による可溶性塩化物濃度に近い → 試験紙法で抽出できるのは可溶性塩化物の一部

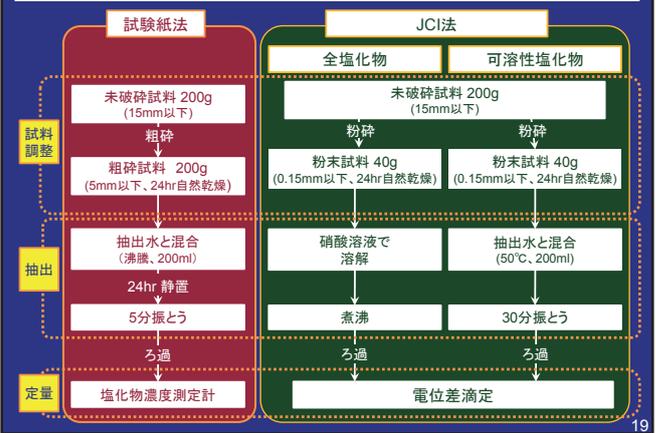
17

実験③

試験紙法による全塩化物濃度の推定方法の検討

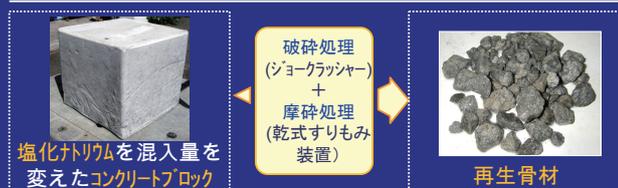
18

試験概要 ~試験紙法とJCI法の試験条件



19

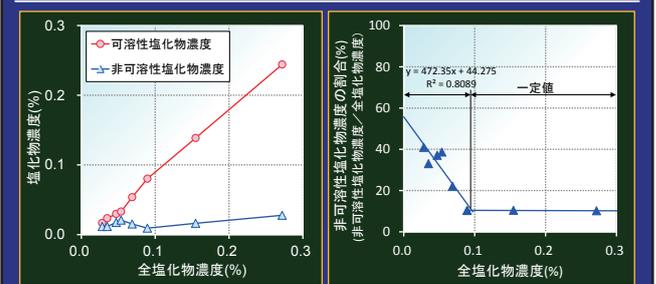
試験概要 ~再生粗骨材の製造および品質



| 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) | 絶対密度 (g/cm ³) | 吸水率 (%) | |
| Ra | 50 | 1.420 | 2.52 | 3.22 | 既製造 新規製造 |
| Rb | 50 | 6.670 | 2.44 | 4.54 | |
| Rc | 50 | 0.900 | 2.46 | 3.63 | |
| 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 | |

20

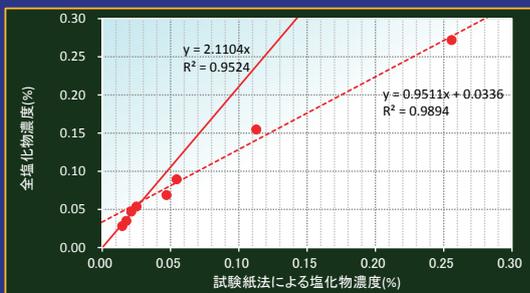
試験結果 ~再生粗骨材中の塩化物の存在状態 (JCI法)



- 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

21

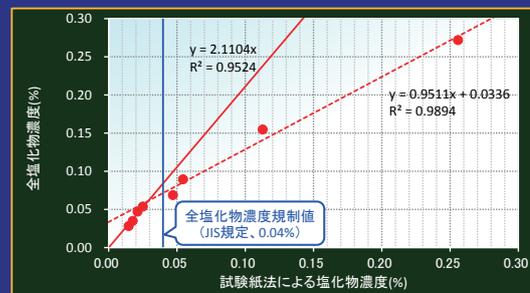
試験結果 ~試験紙法による全塩化物濃度の推定 (その1)



- 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

22

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 $NaCl_s <$ 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)

23

まとめ

- 試験紙法は、特殊な装置や器具、薬品を使用しないため簡易に実施することが出来る
- 試験紙法により抽出できるのは可溶性塩化物の一部
- 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

24