



ゲルステイン法でアルカリ骨材 反応を「簡単・すぐ」に判定

株式会社 M・T技研
嶋瀬 敬祐



発表内容

- ・ASRによる劣化事例
- ・ASRのメカニズム
- ・ASRの分布
- ・「無害」、「無害でない」
- ・ゲルステイン法の紹介
- ・ASRに携わって十数年、いま思うこと



ASRによる劣化事例

全面にひび割れ、幅1.0mmのものあり



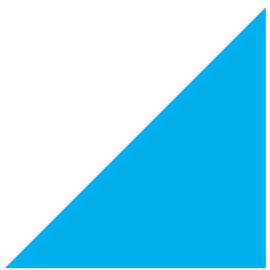
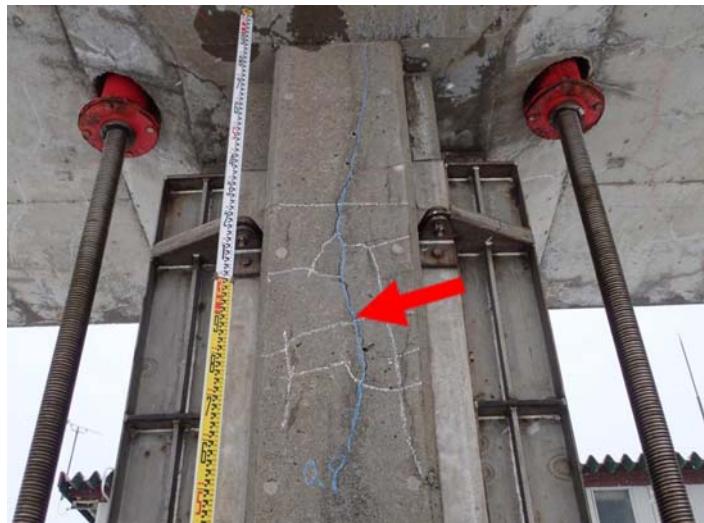
ASRによる劣化事例

亀甲状のひび割れ



ASRによる劣化事例

拘束方向に卓越したひび割れ



ASRによる劣化事例

一部のみ亀甲状のひび割れ



ASRのメカニズム

- アルカリ骨材反応の反応について
- 膨張とペシマムについて
- ▲膨張と拘束とひび割れの卓越



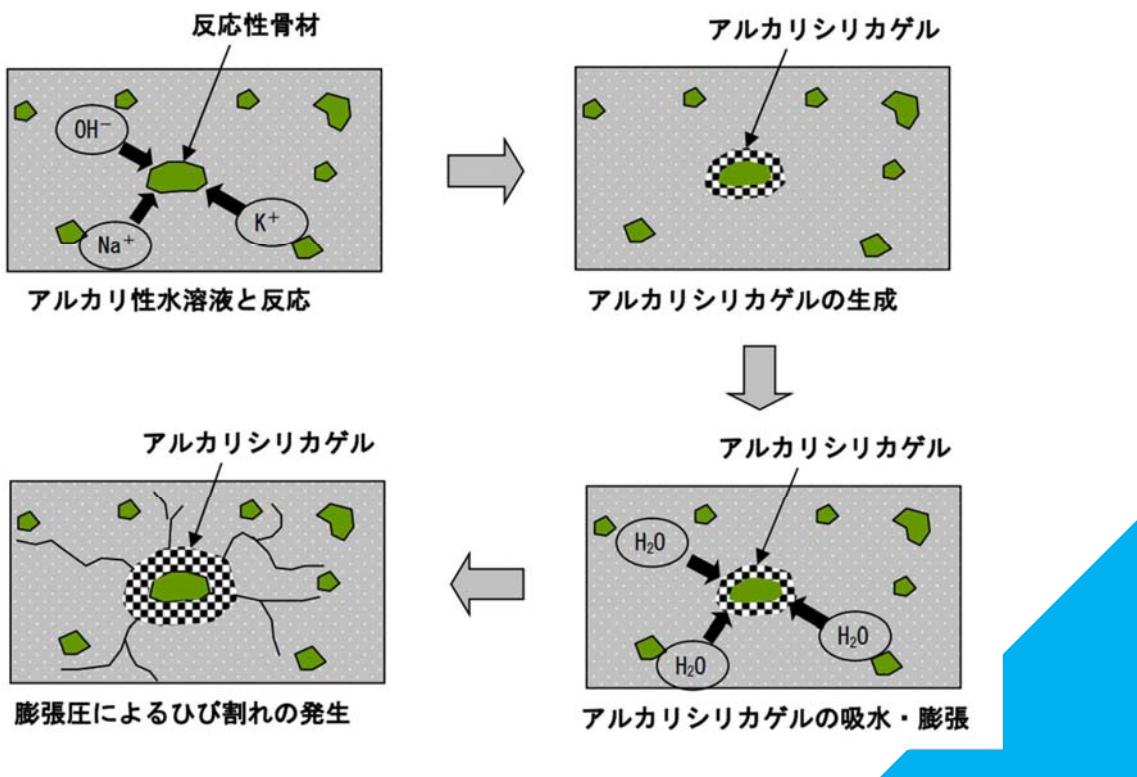
ASRのメカニズム

- アルカリ骨材反応(ASR)とは

コンクリート中のアルカリ性水溶液(Na^+ 、 K^+)と骨材中の不安定な鉱物(反応性鉱物)が反応し、吸水膨張性の物質が生成されること



ASRのメカニズム



ASRのメカニズム

●膨張とペシマムについて

反応性骨材の量	反応性シリカ力量	溶液 pH	ゲルの生成反応	ゲル量	膨張量
少ない	少ない	高い	活発	少ない	小
中程度(ペシマム)	中程度	十分高い	活発	多い	●最大
多い	多い	低い	不活発	少ない	小

「現場技術者のためのASR対策ノート」川村 満紀(2010年)から抜粋

ASRのメカニズム

●膨張とペシマムについて

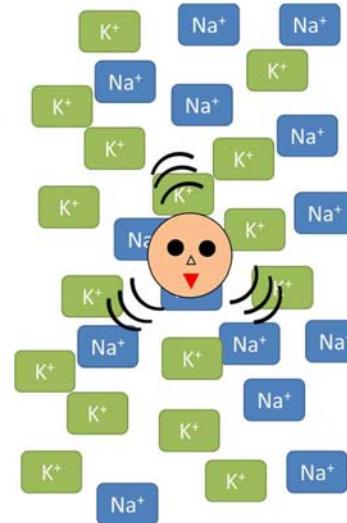
- ・反応性骨材が1人

1人当たりのアルカリは十分

→反応は活発

1人なので盛り上がらない

→膨張は小



ASRのメカニズム

●膨張とペシマムについて

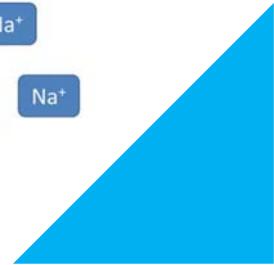
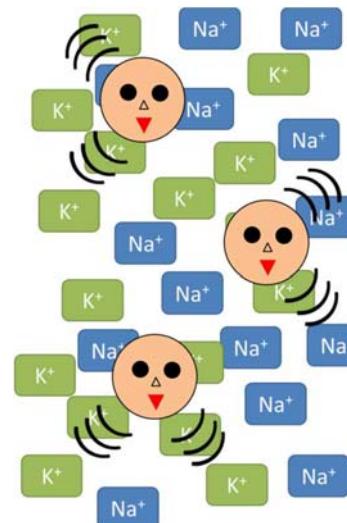
- ・反応性骨材が3人

1人当たりのアルカリは十分

→反応は活発

3人なので盛り上がる

→膨張は大



ASRのメカニズム

●膨張とペシマムについて

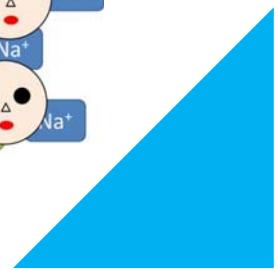
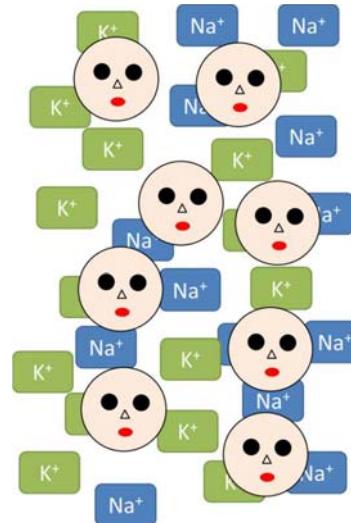
- ・反応性骨材が8人！！

1人当たりのアルカリは少ない

→反応は「……」

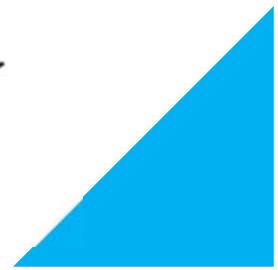
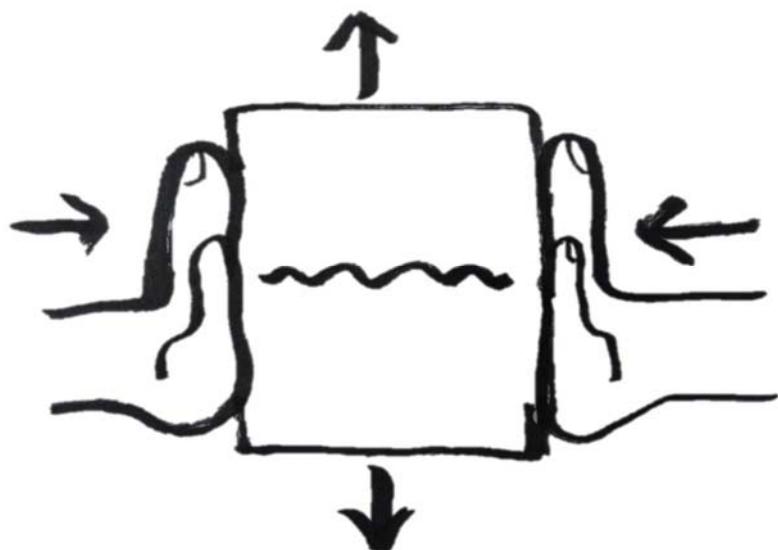
8人なのに盛り上がらない

→膨張は小



ASRのメカニズム

▲膨張と拘束とひび割れの卓越



ASRのメカニズム

▲膨張と拘束とひび割れの卓越



ASRの分布

全国の反応性骨材



図 3.3-18 骨材のアルカリシリカ反応性試験結果

出典：「骨材のアルカリシリカ反応性に関する全国調査結果」2004年
(独)土木研究所P.2

ASRの分布

全国の反応性骨材

やっぱり一部の地域
の劣化ですよね？



「無害」、「無害でない」

「そもそも、骨材のアルカリ反応性は試験によって白黒と判定できるものではない」

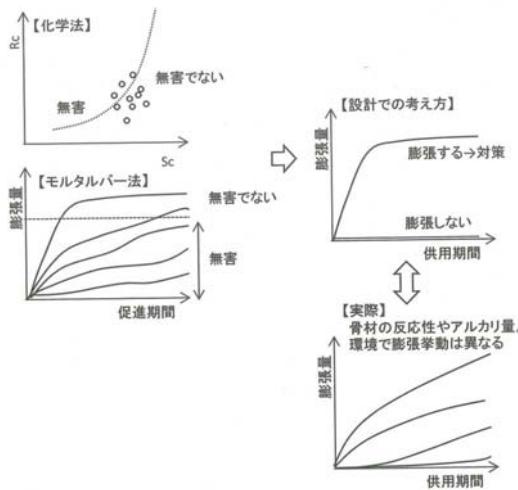


図-1.1.2 規格、設計での考え方と実際のコンクリートの違い

「ASR診断の現状とあるべき姿研究委員会報告書」JCI(2014年)から抜粋

「無害」、「無害でない」

「無害」なのに劣化が生じた…

しかし、JR 東日本エリア内の新設構造物において、
JIS 規格適合品の生コンクリートを使用した構造物にひび割れが生じた。その原因を調査したところ使用した生コンクリートの骨材はアルカリシリカ反応（以下、ASR という）の試験結果が「無害」と判定されたものであったが ASR による劣化損傷が生じたことが確認された。骨材の判定が「無害」であったことから、現行の JIS 規格では ASR 対策として十分で無いと推定され、新たに ASR の抑制対策として骨材の判定区分方法の変更と混和材を用いることでコンクリート用骨材の使用に柔軟に対応可能とした ASR 抑制対策を構築した¹⁾。

「JR東日本における混和材使用の現状の課題」松田 芳範(2014年)から抜粋

「無害」、「無害でない」

「無害」なのに劣化が生じた…



写真-1 ひび割れ発生状況

「JR東日本における混和材使用の現状の課題」松田 芳範(2014年)から抜粋

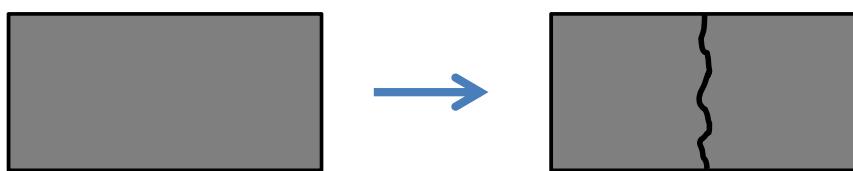
「無害」、「無害でない」

アルカリ骨材反応の規制は1986年

閾値(例えばモルタルバー法の0.1%)は、当時の要求性能に基づくもの…ですよね



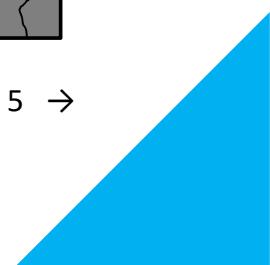
「無害」、「無害でない」



← 1.0m+1.0mm →



← 1.0m+0.2mm × 5 →



「無害」、「無害でない」

一方で、近年の要求性は…

国土強靭化等の国の施策もあり、長寿命化や新設の品質向上(特に表層品質)が取り組みまれ…

道路橋示方書に「橋の設計供用期間100年が標準」

は2017年



「無害」、「無害でない」



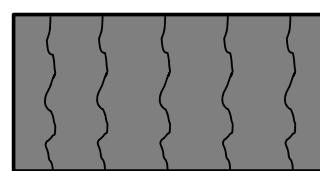
← 1.0m →



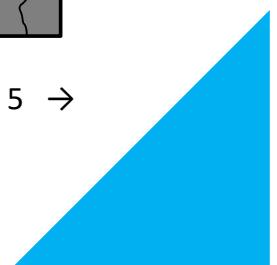
← 1.0m+1.0mm →



← 1.0m →



← 1.0m+0.2mm × 5 →



「無害」、「無害でない」

これまで「無害」といっていたものは、やっぱり
「無害でない」

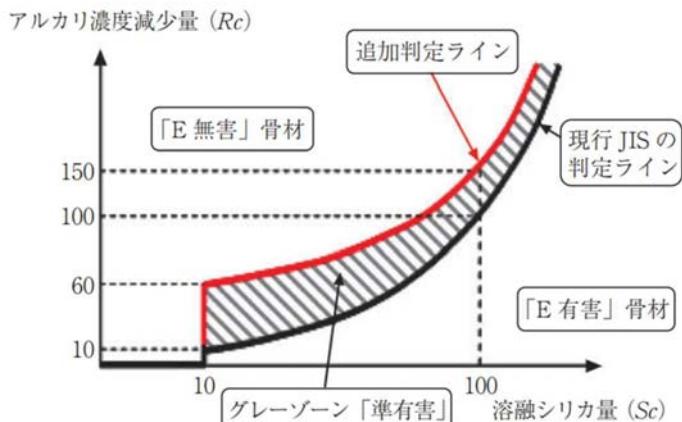


図-5 化学法の判定イメージ

「JR東日本における混和材使用の現状の課題」松田 芳範(2014年)から抜粋

「無害」、「無害でない」

これまで「無害」といっていたものは、やっぱり
「無害でない」

表-3 モルタルバー法による骨材のJR 東日本判定区分

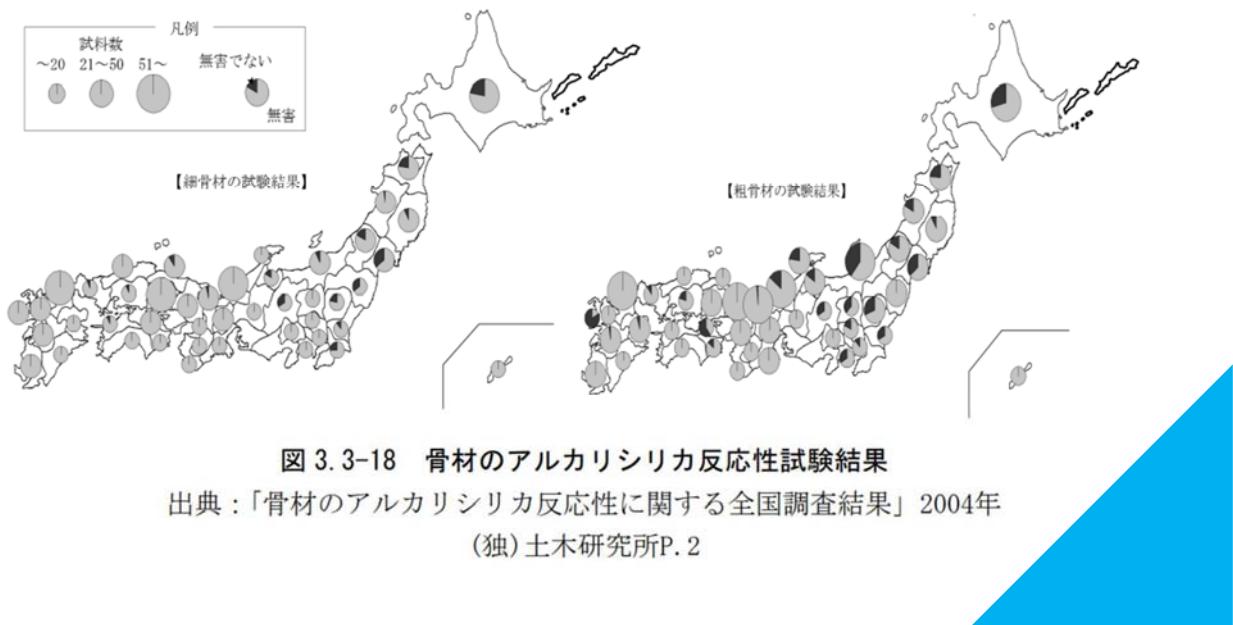
骨材区分	判 定 規 準
「E 有害」骨材	膨張率が 26 週で 0.10% 以上 (c), もしくは膨張率が 26 週で 0.05% 以上～0.10% 未満であっても 13 週から 26 週までの膨張の増加割合が 8 週から 13 週までの増加割合に対し大きい骨材 (d)
「準有害」骨材	膨張率が 26 週で 0.05% 以上～0.10% 未満かつ 13 週から 26 週までの膨張の増加割合が 8 週から 13 週までの膨張の増加割合に対し小さい骨材
「E 無害」骨材	膨張率が 26 週で 0.05% 未満の骨材 (a) および (b)

「JR東日本における混和材使用の現状の課題」松田 芳範(2014年)から抜粋

ASRの分布

全国の反応性骨材

全国でASRが起こる可能性がある



ということは……

「無害」≠劣化のリスクゼロ

軽微でも、凍害が進展 ※他の劣化の起点に
補修後に補修材が劣化…等など

軽微であっても、ASRの有無を調査するこ
とが必要。

とはいっても……

試験は、専門的、時間がかかる、高額…

周囲の環境条件の影響を大きく受けるので、日 コンクリート組織の観察、酢酸ウラニル蛍光法

表 3.10.1-1 ASR の疑いのある構造物の調査項目

調査区分	調査項目
構造物の目視観察	ひび割れ（拘束方向、亀甲状）、剥離・剥落、ポップアウト、変位・変形、変色、段差、ゲルの滲出
構造物の現地計測	ひび割れ幅の進展（コンタクトゲージ法など）、膨張量および変位量（変位計など） 非破壊検査（反発度、超音波パルス速度など）
構造物から採取したコアによる各種試験	骨材の岩種および反応性鉱物の種類（偏光顕微鏡観察、X線回折、SEM-EDS、赤外線吸収スペクトル分析など） アルカリシリカゲルの判定（化学成分分析、SEM-EDS、酢酸ウラニル蛍光法など） アルカリ量（水溶性アルカリ、酸溶性アルカリなど） 力学的性質（圧縮強度、引張強度、弾性係数、超音波パルス速度など） 促進膨張率（JCI-S-011-2017（JCI-DD 2法を一部修正）、アルカリ溶液浸漬法（カナダ法）、飽和NaCl溶液浸漬法（デンマーク法）など）

200

ゲルステイン法の紹介

分類 調査・診断技術 **対象施設** 開水路 パイプライン トンネル その他
工法分類 試験法 ○ ○ ○ ○
技術名 コンクリートのアルカリシリカ反応速判定法(ゲルステイン法)
技術内容

・塗るだけでアルカリシリカ反応を素早く判定

従来の判定法は

- 温湿度分析
- 蛍光X線分析
- SEM-EDS分析

×経験豊富な専門家による判定
 ×試験に高価な分析装置が必要(高コスト)
 ×試料の調整や判定に時間かかる(高コスト)

**ASR反応の有無を
早く、安く、確実に判定したい!**

ゲルステイン法は

- ①採取したコアの破断面に試薬を塗るだけ
- ②試薬がASRゲルと反応し黄色に着色

ゲルステイン法

※本技術手法は、金沢大学名譽教授川村満紀氏の指導を得て実用化しました。
 コンクリート工学会 学会誌平成30年3月号にテクニカルレポート掲載。

○普通コンクリートでできます。
 ○判別に特段な知識は必要ません。
 ○数時間で判定できます。

○コンクリート片でも判定できます。
 ○秒単位で最も小さな量でも判定できます。
 ○試薬は安価です。※強めに販売はしません。

調査対象
 施設用水利施設全般(コンクリート構造物)
適用条件
 試験はコンクリートコア試料による当社試験所での実施を基本とします。
 現場で試験を希望される場合は当社試験員を派遣します。(現場送込判定手順の開発とマニュアル化を検討しています)

判定状況写真

試験体の破断面

試薬塗布状況

破断面(黄色に着色)

東北地区(粗骨材)
 九州地区(細骨材)
 沖縄地区(細骨材)

九州地区(粗骨材)

沖縄地区(細骨材)

SEM-EDS分析

荷重拘束試験

※詳細な試験も対応可能です。

※現地での判定の際の費用については、下記にお問い合わせください。

問い合わせ先
 株式会社M-T技研 TEL 06-6380-7048, FAX 06-6380-3673
 メール https://www.mtiken.co.jp, email info@mtiken.co.jp

会社概要
 コンクリート調査診断技術協会 URL https://www.conoro.or.jp

ゲルステイン法の紹介

アルカリ骨材反応を「簡単・すぐ」に判定

試薬を塗布すれば、ASRゲルが黄色に

原理は…ASRゲルに固定されているカリ
ウムと試薬の化学反応。



ゲルステイン法の紹介

・土木学会第70回年次学術講演会にて発表

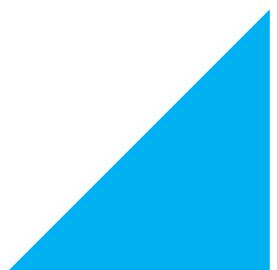
・日本コンクリート工学会の会誌「コンクリート工
学」2017年3月号のテクニカルレポートに掲載

※土木学会発表論文は、弊社HPの「更新情
報・お知らせ」にPDFがあります！



ゲルステイン法の紹介

★動画が弊社HPにあります！



ゲルステイン法の紹介

動画をご覧ください。



ゲルステイン法の紹介

反応骨材：粗骨材、細骨材でも判定可能



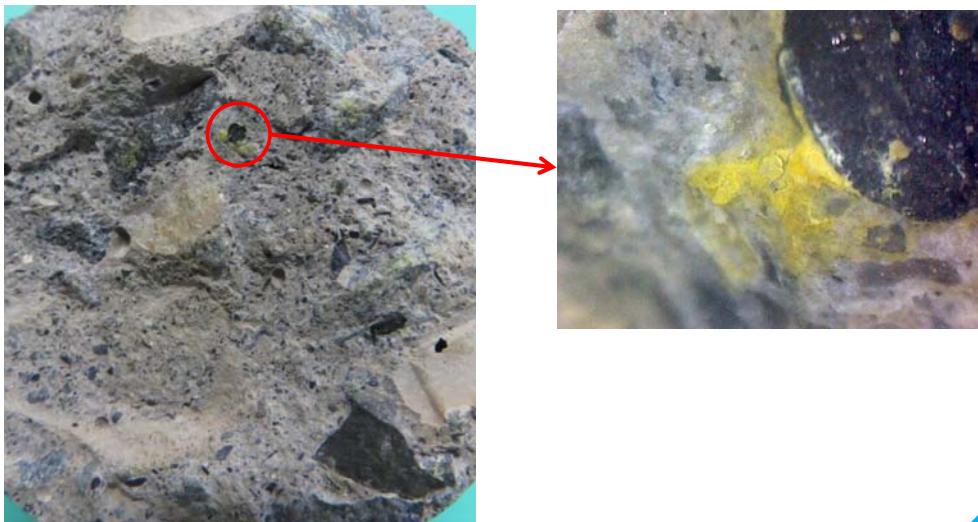
ゲルステイン法の紹介

反応骨材：粗骨材、細骨材でも判定可能



ゲルステイン法の紹介

反応程度: 軽微なものも判定可能



ゲルステイン法の紹介

観察範囲: 試料全体→反応の多少が把握可能



ゲルステイン法の紹介

従来試験(例えばSEM-EDS)に比べ判定が迅速
→ 促進膨張試験等の追加試験の着手が早くなる。



ゲルステイン法の紹介

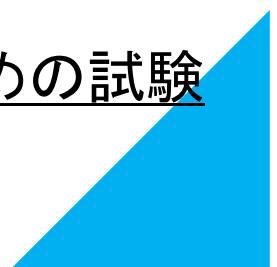
この試験は、

反応している or 反応していない
を判定します。

ASRによる

劣化が大～劣化が中～劣化が小(ゼロ)
は、現場で確認する必要があります。

★劣化がASRによるものか判断するための試験





ご清聴ありがとうございました

