

論文

[1015] 生コンGBRC促進法の各種コンクリートへの適用

正会員 田村 博 (日本建築総合試験所材料試験室)
 正会員 高橋利一 (日本建築総合試験所材料試験室)
 正会員○大橋正治 (日本建築総合試験所材料試験室)

1. はじめに

昭和61年のJIS A 5308 (レデーミクストコンクリート)の改定により、アルカリ骨材反応に対する対策や骨材の判定試験方法が規定され、コンクリート工事に際してはこれが適用されている。しかしながら、試験結果が判定規準値近くにある骨材の使い方に苦慮したり、「無害でない」骨材を抑制対策を講じて使うことに不安感がぬぐえないといった問題点も出ているようである。

著者らは、予てより、実際に使用を予定している生コンクリートが将来、アルカリ骨材反応による劣化を生じる可能性の程度を早期に判定する試験方法を検討し、その方法を生コンGBRC促進法と名づけ、既に第一次案も提案した。^{1)~3)}この試験方法の信頼性を高めて、一時でも早く確立し、是非とも上記のような問題点の解決に役立ててもらいたいと考えている。

本報では、生コンGBRC促進法の臨床例として、合計120種類の各種コンクリートに同法を適用した結果ならびに並行して実施した長さ変化試験結果との対応を紹介するとともに、同結果をふまえて策定した新たな判定基準を提案する。

2. 試験概要

セメントの種類、粗骨材の種類、細骨材の種類、骨材の組合せならびに単位セメント量を変化させたコンクリートについて、生コンGBRC促進法ならびにコンクリートバーによる長さ変化試験を実施し、両実験結果を比較した。

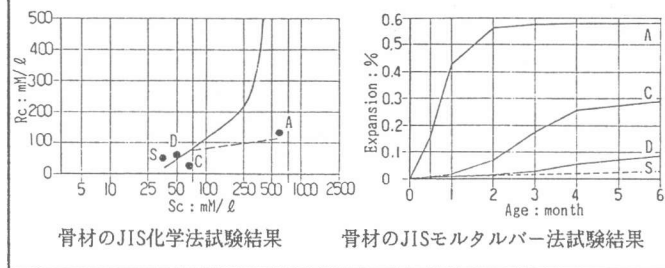
3. 使用材料および調査

使用材料は、表-1に示すとおり、セメント6種類、粗骨材4種類、細骨材2種類とし、混和剤には、AE減水剤標準形I種を用いた。

調査は、単位水量185kg/m³、細骨材率45%とし、使用材料、単位セメント量の異なる合計120種類のAEコンクリートとした。

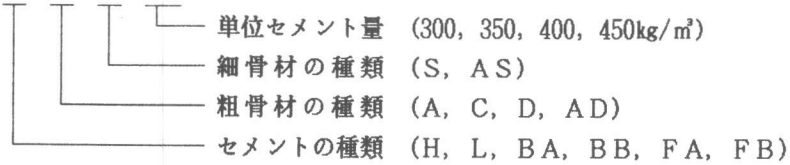
表-1 使用材料

材料名	記号	内 容
セメント	H	R ₂ O=0.97%, 普通ポルトランドセメント
	L	R ₂ O=0.58%, 普通ポルトランドセメント
	BA	R ₂ O=0.76%, 高炉スラグ粉末30%混入
	BB	R ₂ O=0.80%, 高炉スラグ粉末50%混入
	FA	R ₂ O=0.83%, フライアッシュ10%混入
	FB	R ₂ O=0.97%, フライアッシュ20%混入
粗骨材	A	安山岩碎石 (有害)
	C	チャート山砂利 (有害)
	D	砂岩碎石 (無害)
	AD	碎石A (有害)と碎石D (無害)の等量混合
細骨材	S	海砂 (無害)
	AS	碎石A (有害)を砕いた砂と砂S (無害)の等量混合
混和剤	—	AE減水剤標準形I種



コンクリート中のアルカリ量を表-2に示す。なお、調合記号は次のように定めた。

〔例〕 H-A-S-300



4. 試験方法

4.1 生コンGBRC促進法

練り混ぜ完了直後のコンクリート採取して計量後、NaOH粉末を9kg/m³ (Na₂Oeq) ふりかけ添加し、よく混練した後、φ10×20cmの供試体3体を製作する。供試体は型枠のまま、24時間20℃の湿空中に静置し、脱型後さらに24時間標準水中養生を行う。養生を終えた供試体の縦振動による一時

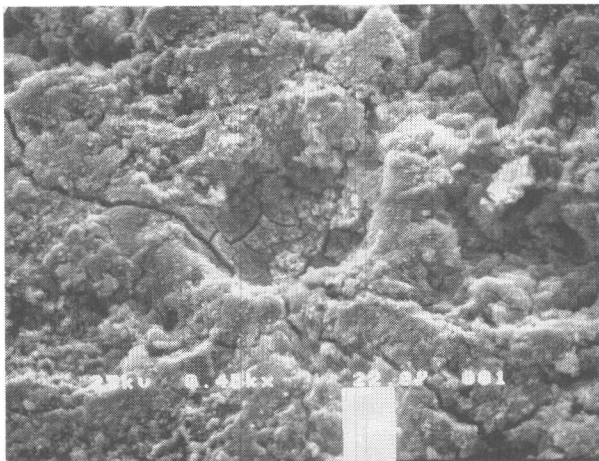
表-2 コンクリート中のアルカリ量

(Na₂Oeq : kg/m³)

セメントの種類	単位セメント量			
	300kg/m ³	350kg/m ³	400kg/m ³	450kg/m ³
H	2.91	3.40	3.88	4.36
L	1.74	2.03	2.32	2.61
BA	2.28	2.66	3.04	3.42
BB	2.40	2.80	3.20	3.60
FA	2.49	2.90	3.32	3.74
FB	2.91	3.40	3.88	4.36

共鳴振動数を測定した後、ゲージ圧0.5kgf/cm² (温度111℃) の圧力水中下で2時間煮沸することによりアルカリ骨材反応を促進する。再び一次共鳴振動数を測定し、供試体の促進前後における相対動弾性係数を求める。

なお、促進試験終了3日後に供試体 (H-D-A-S-400) を走査型電子顕微鏡で観察し、さらに附属のX線マイクロアナライザーにより浸出したゲルのX線分析を行い、アルカリシリカ反応によって生成されたゲルであることを確認した (写真-1および図-1参照)。



(450倍)

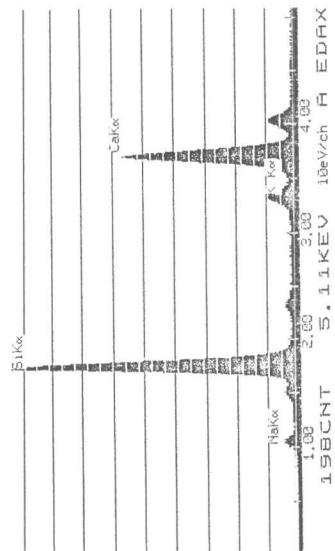


図-1 ゲルのX線分析結果

写真-1 浸出したアルカリ-シリカゲル

4.2 コンクリートバーによる長さ変化試験方法

JCI・ARR 判定試験方法分科会・コンクリート法試案に準拠し、NaOHを用いて、あらかじめ練り混ぜ水に $2.4\text{kg}/\text{m}^3$ (Na_2Oeq) のアルカリを混入したコンクリートを 40°C の湿空で養生し、長さ変化率を求めた。

5. 実験結果

5.1 生コンGBRC促進法

生コンGBRC促進法試験結果を図-2に示す。この図から次のようなことがいえる。

- ① 有害骨材を砕砂として用いたコンクリート (D-AS) の反応性は大きい。また、有害山砂利を用いたコンクリート (C-S) の反応性は小さい。
- ② 有害骨材を用いたコンクリートでは、使用したセメントの種類による有意差が確認され、今回は概ねセメント：FB→FA→BB→BA→L→Hの順に相対動弾性係数が大きく(抑制効果が大きく)なる傾向となった。

5.2 コンクリートバーによる

長さ変化試験結果

コンクリートバーによる長さ変化試験結果を図-3に、材令3ヶ月における膨張率を図-4にそれぞれ示す。これらの図から次のようなことがいえる。

なお、コンクリートバーによる長さ変化試験結果の判定についても議論の分かれるところであるが、著者らは、4.2に示したように $2.4\text{kg}/\text{m}^3$ のアルカリを各コンクリートに加えて試験を行ったことも考慮して、「材令3ヶ月における膨張率が 0.05% 以上となるものを有害」と判断することとした。

- ① 粗骨材に有害砕石Aを細骨材に無害海砂Sを使用したコンクリート (A-S) は、普

通ポルトランドセメントを使用し、コンクリート中のアルカリ量を $3\text{kg}/\text{m}^3$ 以上としたコンクリート (A-S-350, A-S-400, A-S-450) が有害と判定され、その他は無害と判定された。この調合のコンクリートの場合、現行の抑制対策を裏付ける結果となった。

- ② 有害砕石Aの半分を無害砕石Dに置換したコンクリート (AD-S) は、低アルカリセメントを使用しアルカリ量を抑制した場合でも有害と判定され (AD-S-350, AD-S-400およびAD-S-450)、調合A-Sに比べて反応性が大きくなった。このことは、ベシマムの影響と考えられる。

- ③ 有害砕石Aを砕砂として使用したコンクリート (D-AS) の反応性は非常に大きくなった。

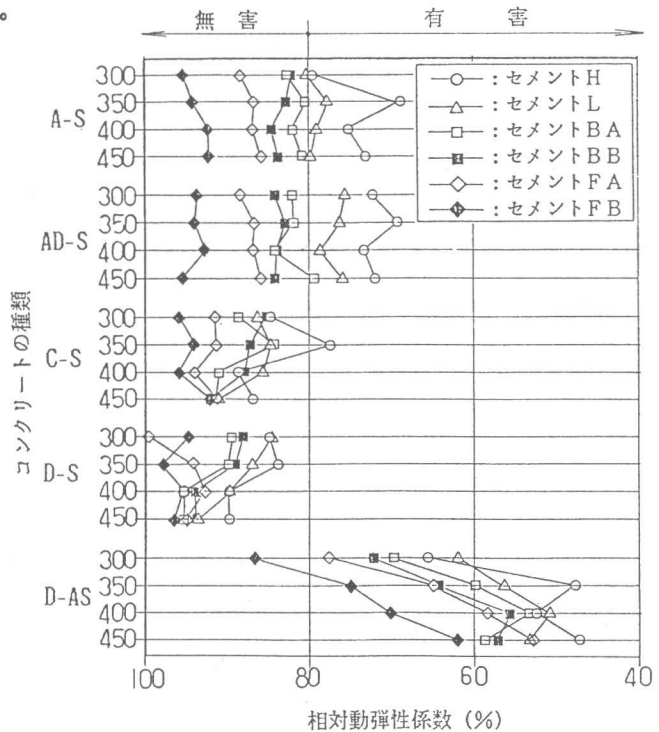


図-2 生コンGBRC促進法試験結果

また反対に、有害山砂利Cを使用したコンクリート（C-S）はすべて無害と判定された。このことは、反応性骨材の反応性の程度や粒形および粒度の影響と考えられる。

- ④ 有害骨材を用いたコンクリートでは、使用したセメントの種類による有意差が確認され、今回は概ね、セメント：FB→BB→FA→BA→L→Hの順に膨張率が小さく（抑制効果が大き）くなる傾向となった。

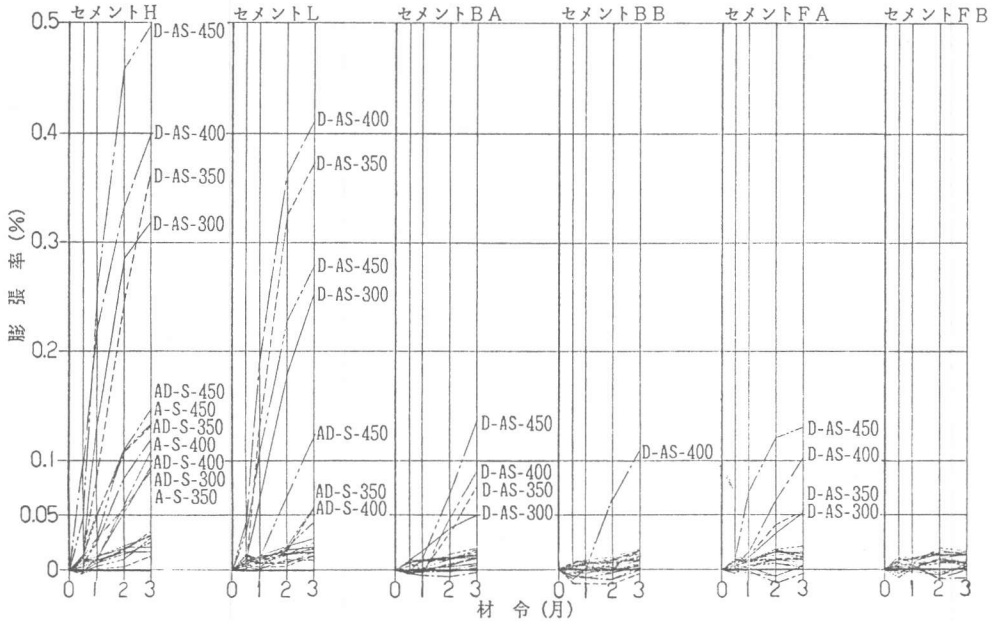


図-3 コンクリートバーによる長さ変化試験結果

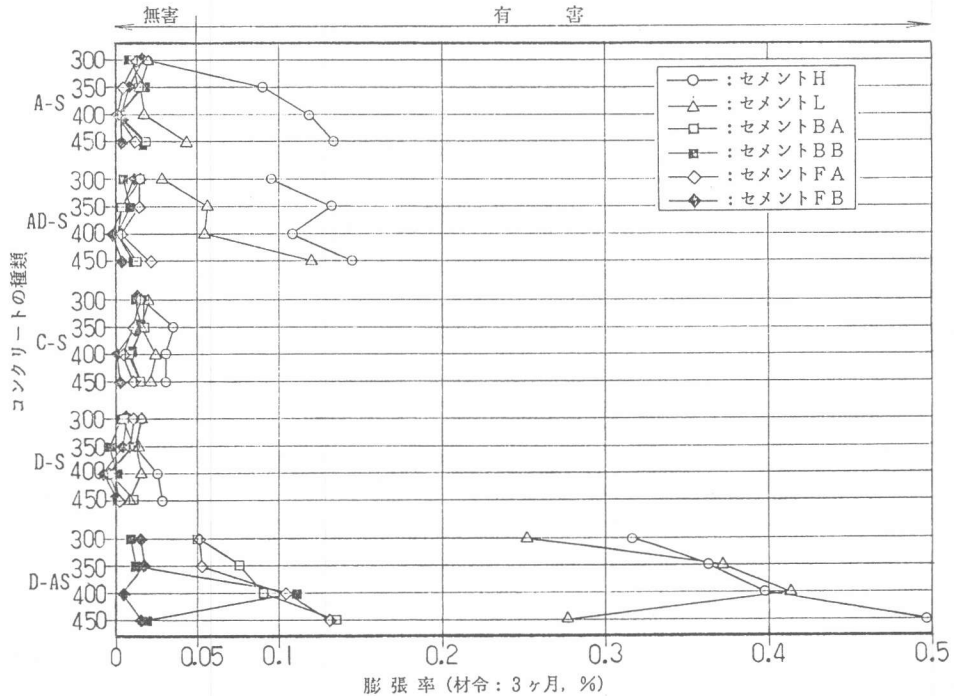


図-4 材令3ヶ月における膨張率

5.3 生コンGBRC促進法試験結果とコンクリートバーによる長さ変化試験結果の比較

生コンGBRC促進法試験結果（相対動弾性係数）とコンクリートバーによる長さ変化試験結果（材令3ヶ月における膨張率）の関係を図-5に示す。この図から次のようなことがいえる。

- ① 生コンGBRC促進法試験結果とコンクリートバーによる長さ変化試験結果はよく対応している。
- ② コンクリートバーによる長さ変化試験の判定基準を、「材令3ヶ月における膨張率が0.05%以上となるものを有害」とした場合、生コンGBRC促進法の判定基準を「相対動弾性係数80%以下となるものを有害」とするのが良い。
- ③ 生コンGBRC促進法による判定は、コンクリートバーによる長さ変化試験の判定に比べて、同等かやや安全側の判定となる。

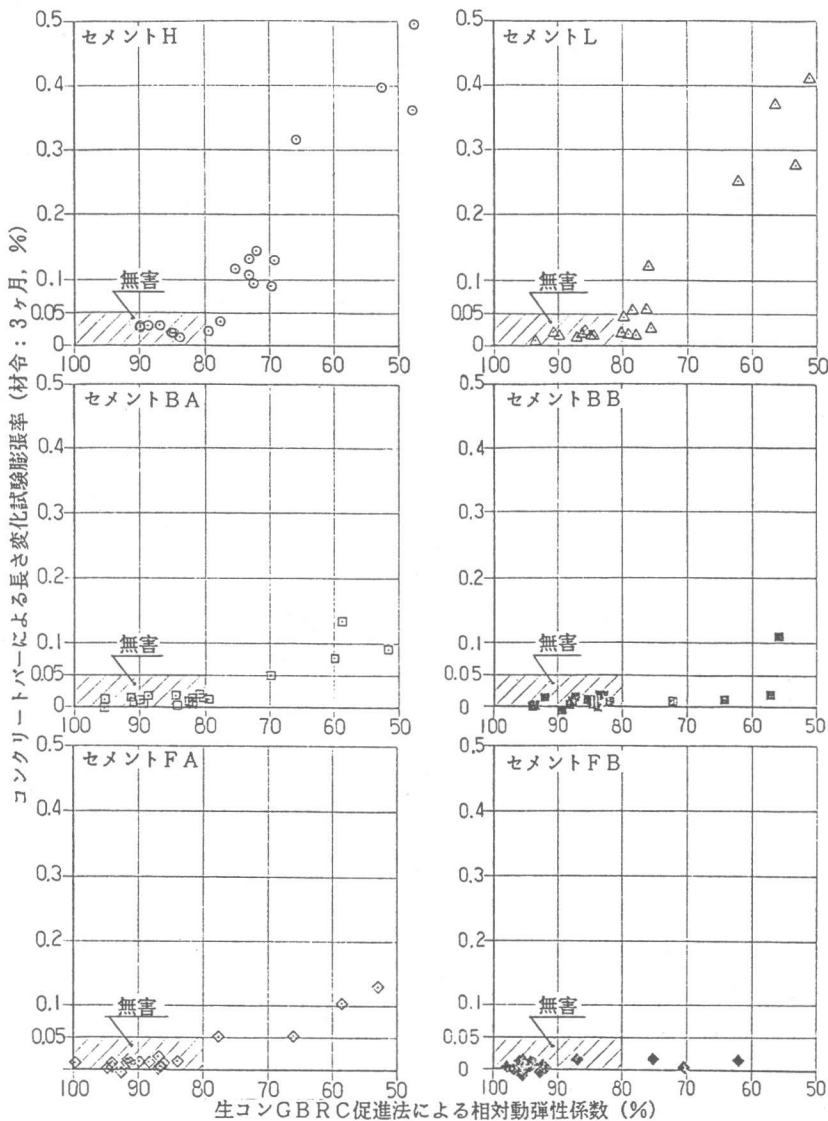


図-5 生コンGBRC促進法試験結果とコンクリートバーによる長さ変化試験結果の関係

6. 生コンGBRC促進法による判定規準

著者らは、コンクリートバーによる長さ変化試験において、各コンクリートのアルカリ量を 2.4kg/m^3 増加させたものとし、同試験による判定基準を材令3ヶ月における膨張率 0.05% とした。

この場合の判定結果と生コンGBRC促進法による判定結果を対応させることにより、判定基準を次のように提案する。

「無害」 …… 相対動弾性係数 80% を上廻る場合

「有害」 …… 相対動弾性係数 80% 以下の場合

生コンGBRC促進法によるコンクリートのアルカリ骨材反応性早期判定試験方法を図-6にフローチャートで示す。

7. まとめ

今回の実験では、使用骨材の反応性の程度や粒度および粒形、ベシマム条件ならびに使用するセメントの種類が、コンクリートのアルカリ骨材反応の程度に大きく影響することが確認できた。「無害でない」骨材を安全に、また、抑制対策を合理的に実施するためには、当該コンクリートのアルカリ骨材反応性を直接判定することが望ましく、これを早期に判定できる生コンGBRC促進法は有効な手法の一つであろう。

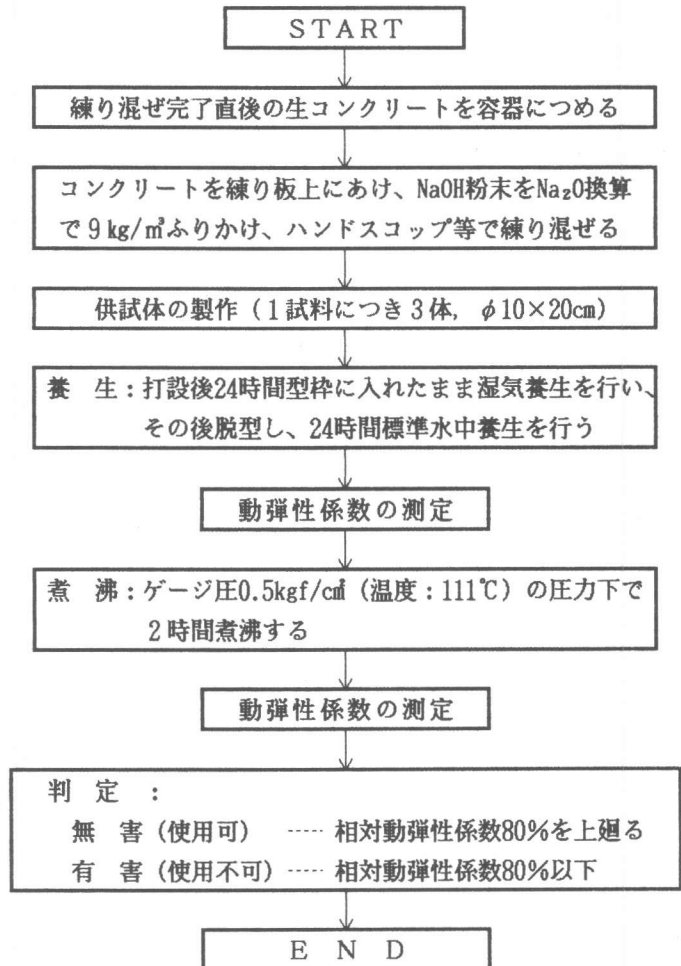


図-6 生コンGBRC促進法フローチャート

(参考文献)

- 1) 田村 博, 高橋利一, 大橋正治: 生コンクリートのアルカリ骨材反応性早期判定試験方法の一提案, 第10回コンクリート工学年次講演会講演論文集, 1988.
- 2) 田村 博, 高橋利一, 大橋正治: 生コンクリートのアルカリ骨材反応性判定試験方法に関する研究, 日本建築学会築学会学術講演梗概集, 1988.
- 3) 田村 博, 高橋利一, 大橋正治: 生コンGBRC促進法, セメント・コンクリート No.498, 1988.