

アルカリシリカ反応を生じたコンクリートの諸物性

大成建設 土木技術研究所 正会員 ○宮原 茂禎
 大成建設 土木技術研究所 フェロー会員 丸屋 剛
 (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 竈本 武弘
 (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 野島 昭二

1. はじめに

アルカリシリカ反応 (ASR) に対する劣化予測や維持管理のための基礎的な情報として活用することを目的として、室内で作製したコンクリートをカナダ法の促進環境下で膨張させ、圧縮強度、曲げ強度などの各種物性の変化について検討した。また、真鍮管により拘束を与えた膨張試験により、ASR により発生する膨張圧を明らかにした。

2. 試験方法

(1) 使用材料及び配合

試験に用いたコンクリートの配合を表-1 示す。粗骨材及び細骨材には反応性骨材を使用した。事前に骨材の反応性を、カナダ法 (ASTM C1260) 及び JIS 迅速法 (JIS A 1804) により確認し、表-2 に示すように非常に高い反応性を有することを確認した。

表-1 コンクリートの配合 (kg/m³)

W/C (%)	水	普通セメント	細骨材	粗骨材	AE 減水剤 ¹⁾	AE 剤 ²⁾
60	180	307	784	999	C×0.25%	2.0A

1) ポゾリス NO.70, 2) ポゾリスマイクロエア 101

(2) 促進膨張及び物性試験方法

物性試験の項目と試験体の寸法を表-3 に示す。円柱試験体は、600×600×300mm のブロックを打設して 28 日間の水中養生を行ったのちに、コアを採取することにより作製した。角柱の試験体は型枠に製作して脱型後、同様に 28 日間水中養生した。養生終了後、カナダ法の促進条件下 (80℃, 1mol/l の水酸化ナトリウム溶液) で 1,3,7,14 日間 ASR を促進させて、膨張率の測定及び各種の物性試験を行った。膨張率は円柱試験体についてはコンタクトゲージ法で、角柱試験体はダイヤルゲージ法で測定した。一面せん断試験は円柱供試体で試験が可能なダイスせん断試験¹⁾測定した。図-1 に示すように試験体を傾斜させて載荷し、最大荷重となったときの応力をせん断方向とせん断面の法線方向に分割する。これを複数の傾斜角で行ってプロットしたときのせん断方向の応力の切片からせん断強度を求める試験方法である。

表-2 骨材のモルタルバー試験による膨張率

	JIS 迅速法	カナダ法 (14 日)
粗骨材	0.236%	0.433%
細骨材	0.165%	0.330%
判定	無害でない	潜在的に有害

表-3 物性試験の項目と方法

物性試験項目	試験体寸法 (mm)	作成方法	試験方法
圧縮強度	φ 100×200	コア	JIS A 1108
静弾性係数			JIS A 1149
ポアソン比			—
曲げ強度	100×100×400	型枠	JIS A 1106
割裂引張強度	φ 100×200	コア	JIS A 1113
一面せん断強度	φ 100×100	コア	—
二面せん断強度	100×100×400	型枠	JSCE G 552

(3) 膨張圧測定方法

膨張圧は図-2 に概要を示す小林らの方法²⁾により測定した。真鍮管で外面を拘束した中空円筒形の試験体を 40℃, 湿度 100% の条件に保つことにより中空部に湿分を供給して ASR を促進した。膨張圧は管表面のひずみから計算により求めた²⁾。また、拘束の

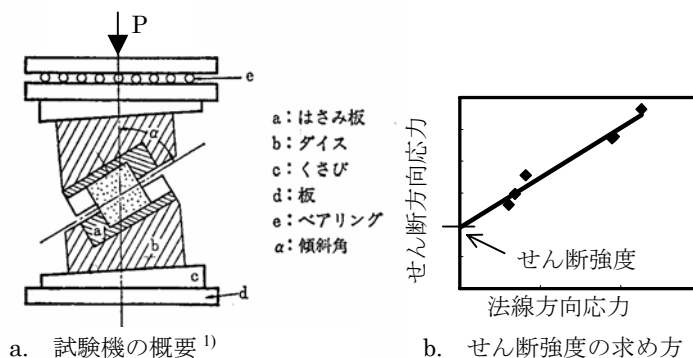


図-1 一面せん断試験の概要

キーワード コンクリート, アルカリシリカ反応, 膨張率, 静弾性係数, せん断強度, 膨張圧,

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 (株) 土木技術研究所 TEL 045-814-7228

程度を変化させるため、真鍮管の肉厚は 1.6, 3, 6mm の 3 水準とした。コンクリートは、混和剤以外は表-1 と同一の配合であるが、外部からアルカリを供給できないためアルカリ量がセメントの 2.5% (eq. Na_2O) となるように水酸化ナトリウムを添加し、混和剤でフレッシュ性状を調整した。

3. 測定結果

各材齢におけるコンクリートの膨張率を図-3 に示す。物性試験に用いた試験体は寸法が大きいため膨張率は比較的小さな値を示した。測定される膨張率は試験体寸法の影響を受けやすいが、比較のために行った $\phi 50 \times 100\text{mm}$ のコア試験体は大きな膨張率を示しているため、寸法の大きな試験体でも表層部分は ASR による膨張を生じているものと考えられる。各種物性の試験結果を図-4 及び図-5 に示す。水酸化ナトリウム溶液に浸漬する前の測定値（初期値）に対する浸漬後の測定値の比として示した。各物性の初期値は表-4 に示す。圧縮強度、曲げ強度及び二面せん断強度については膨張率と物性低下の明確な傾向は見られなかった。100×100×400mm で行った試験は ASR の進行が不十分であったと推察される。静弾性係数、ポアソン比、割裂引張強度、一面せん断強度は、いずれも $\phi 100\text{mm}$ の試験体で行ったものであり内部まで ASR は進行していないと考えられるにも関わらず膨張率の増加とともに低下が認められた。静弾性係数やポアソン比は初期値から 30% 程度低下しており変化率は大きかった。

一面せん断試験はコアで測定できることや二面せん断強度よりも膨張の促進が容易である点で、ASR を生じたコンクリートの評価においては有効な方法であると考えられる。

図-6 に膨張圧の試験結果を示す。真鍮管の厚さ 1.6mm 及び 3mm ではおよそ 4N/mm^2 、6mm では最大 8N/mm^2 と大きな膨張圧を示すことが明らかとなった。厚さ 6mm の試験体では材齢 450 日以降膨張圧が低下しており、ASR によるひび割れによりコンクリートと真鍮管の付着が徐々に切れていると考えられた。

5. まとめ

80℃, 1mol/l の水酸化ナトリウム溶液への浸漬により ASR を促進して膨張率と物性の変化を測定し、静弾性係数、ポアソン比、割裂引張強度及び一面せん断強度は、小さな膨張率であっても、膨張率の増加に伴い低下することを明らかにした。また、拘束程度を変化させた試験体の膨張圧測定により、大きな膨張圧が作用することを示した。

参考文献

- 1) 社団法人地盤工学会；岩石の調査と試験，1994，
- 2) 小林一輔ほか；土木学会論文報告集 第 226 号，pp. 67-72，1974

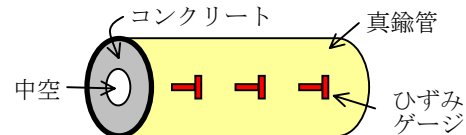


図-2 真鍮管による拘束膨張試験

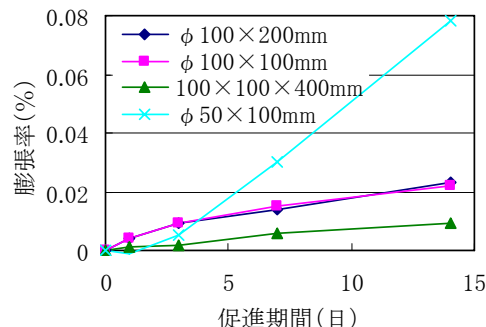


図-3 コンクリートの膨張率

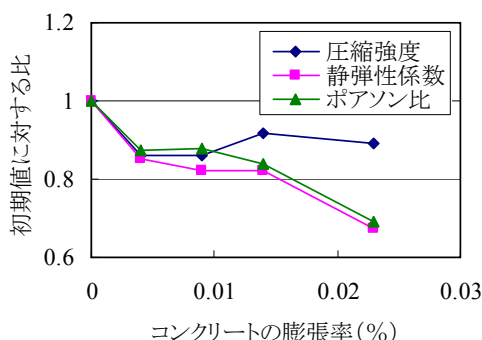


図-4 膨張率と物性試験の関係
(圧縮強度, 静弾性係数, ポアソン比)

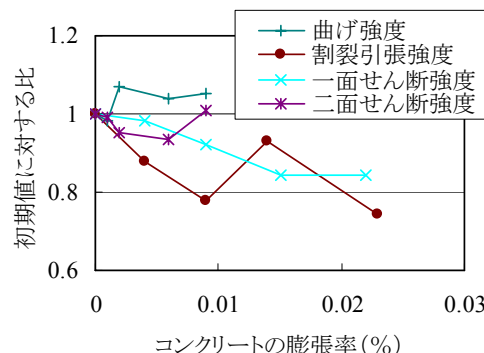


図-5 膨張率と物性試験の関係
(曲げ強度, 割裂引張強度, せん断強度)

表-4 物性試験の初期値

圧縮強度 (N/mm^2)	29.8
静弾性係数 ($\times 10^4 \text{ N/mm}^2$)	2.73
ポアソン比	0.227
曲げ強度 (N/mm^2)	4.8
割裂引張強度 (N/mm^2)	2.4
一面せん断強度 (N/mm^2)	4.2
二面せん断強度 (N/mm^2)	4.6

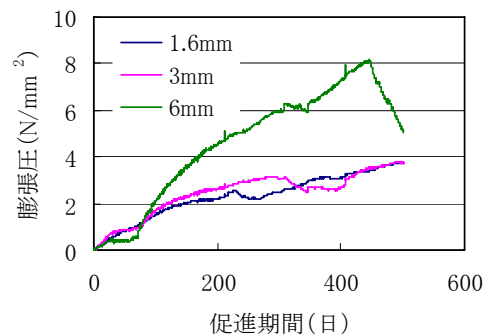


図-6 拘束試験体の膨張圧