

過大な ASR 膨張にともなうコンクリートの力学的性能の変化

金沢大学大学院 学生会員 ○東原 直 金沢大学 正会員 久保 善司
徳島大学 正会員 上田 隆雄 西日本旅客鉄道(株) 正会員 野村 倫一

1. はじめに

近年、過大な ASR 膨張により著しく劣化した構造物が報告されている。これらの構造物の耐荷性能に関する問題も含めて、補修・補強対策の見直しが進められており、

適切な維持管理対策の確立が急務とされている。ASR 劣化構造物の補強設計に必要となる ASR 劣化コンクリートの力学的性能に関する検討を行い、膨張量がコンクリートの力学的性能に与える影響に関して途中経過を既報において報告した¹⁾。本稿では、さらに大きな膨張段階における検討結果を加え報告することとした。

2. 実験概要

セメントには普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm³）を用いた。細骨材として非反応性骨材である徳島県那賀川産川砂（密度：2.61g/cm³）を用いた。粗骨材には反応性骨材である佐賀県産石英安山岩（密度：2.60g/cm³，Gmax：15mm）および非反応性骨材である徳島県那賀川産玉砕石（密度：2.60g/cm³，Gmax：15mm）を用いた。また、添加アルカリとして NaCl を使い、等価アルカリ量を 8kg/m³ とした。コンクリートの配合を表-1 に示す。供試体はφ100×200mm の円柱供試体とした。打設 1 日後に脱型し、2 週間密封養生を行った。養生終了後、促進環境下（40℃飽和塩水浸漬）に静置した。供試体表面のひずみをコンタクトゲージを用いて暴露開始時より測定した（基長 100mm）。ASR 膨張にともなう力学的性能の変化を詳細に検討するため、載荷試験を実施する膨張量を、0（養生直後）、500、1000、2000、3000μ、および最終膨張量の 6 水準とした。なお、供試体は同一要因に付き 3 体とした。

表-1 コンクリートの配合

W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)						単位量(cc/m ³)	
		W	C	S	Gn	Gr	NaCl	AE 剤	AE 減水剤
60	45	180	300	781	579	386	11.9	20	600

Gn: 反応性骨材, Gr: 非反応性骨材

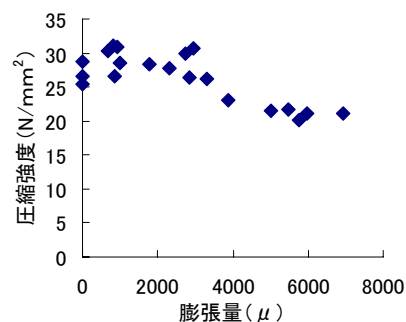


図-1 圧縮強度

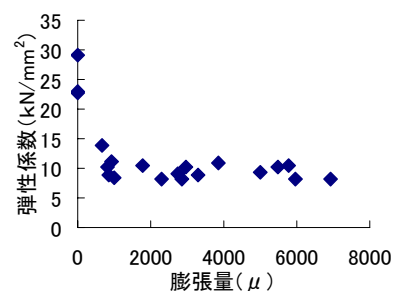


図-2 弾性係数

3. 結果および考察

3.1 圧縮強度

ASR 膨張がコンクリートの圧縮強度に与える影響を図-1 に示す。膨張量 3000μ までにおいては、膨張の増加にともない、若干の強度低下を示した。一方、3000μ 以降の膨張量においては、膨張量の増加にともなう顕著な強度の低下傾向を示し、最大膨張量付近においては、30%程度の圧縮強度の低下が認められた。膨張量 3000μ 程度の範囲において大きな低下がなかった理由として、ASR 膨張によりコンクリートに生じたひび割れの大きさおよび方向性は一樣ではなく、巨視的なひび割れもみられるものの、この段階の膨張量の範囲においては、これらのひび割れが強度に影響を与えるほどの連結性を示すものではなかったと考えられる。これに対して、3000μ 以降の膨張量においては、ひび割れの進展（数、幅）によって強度に大きく影響を与えるほどの連結性を生じたものと考えられる。

3.2 弾性係数

ASR 膨張が弾性係数に与える影響を図-2 に示す。膨張量 1000μ までの範囲において急激に低下し、膨張量 1000μ 程度で約 60%に低下し、それ以降は緩やかに低下する傾向を示した。膨張初期において、弾性係数が大きく低下した原因として、ASR ゲルの吸水膨張によって生じた膨張圧によって骨材周辺のセメントマトリックス

キーワード アルカリ骨材反応、膨張量、強度特性、変形抵抗性、変形量

連絡先（〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学工学部土木建設工学科 TEL076-264-6373）

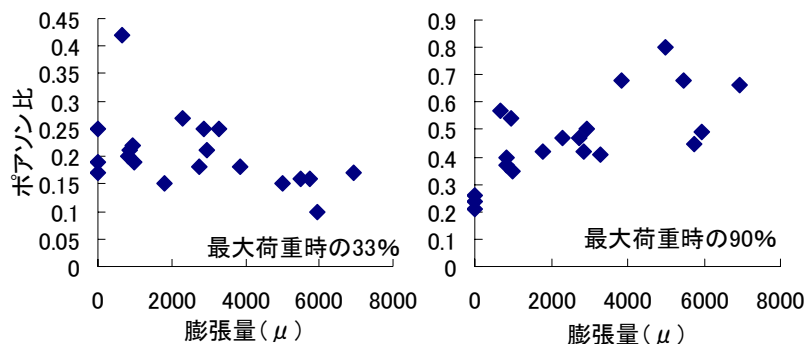


図-3 ポアソン比

スにひび割れが発生し、これらがセメントマトリックスの弾性係数を低下させたためと考えられる。1000 μ 以上の膨張段階においては、巨視的なひび割れと微細なひび割れは増加し、膨張に伴い弾性係数の低下が予想される。しかし、巨視的なひび割れは載荷初期に閉塞されるため、弾性係数には大きく影響をしなかったことと、微細なひび割れの中にはASRゲルで充填されるものも多数存在したため、セメントマトリックスの弾性係数が大きく低下しなかったことによるものと考えられる。

3.3 ポアソン比

ASR膨張がポアソン比に与える影響を図-3に示す。なお、ポアソン比は通常弾性域で求められるが、最大荷重付近の変形抵抗性を検討するため、最大荷重時の応力レベルの33%および90%におけるポアソン比を求めた。最大荷重の33%時では、3000 μ 以降においては膨張に伴い若干ポアソン比が低下する傾向が認められた。応力レベルが低い段階においては、ポアソン比は小さく、膨張量が多いものほど圧縮強度が低下するため、低応力レベルのポアソン比が算出されるために、若干低いポアソン比を示したのと考えられる。90%時については、膨張量が多いものほどポアソン比が大きくなった。高い応力レベルにおいては、内部に存在した大小のひび割れの進展が開始し、これらが連結し、横方向の変形抵抗性を小さくしたのと考えられる。

3.4 最大荷重時のひずみ

ASR膨張が最大応力時の圧縮方向および圧縮方向と直交する方向のひずみに与える影響を図-4に示す。いずれのひずみにおいても、ばらつきはあるものの、膨張量が多いものほどひずみが大きくなった。膨張に伴う最大ひずみの増加傾向は、軸方向より横方向の方が大きかった。圧縮力が作用することで圧縮方向に直交するようなひび割れ面は閉塞されるのに対して、圧縮方向と平行する方向に生じたひび割れ面は、開口されるため、膨張に伴い生じたひび割れは、横方向の変形を生じやすくさせたものと考えられる。ASR膨張により変形抵抗性だけでなく、変形量自体も大きくなることが確認された。

4. まとめ

- (1) 膨張量3000 μ 程度までにおいては圧縮強度の低下は顕著でないが、膨張が進展した5000 μ 程度においては30%程度の圧縮強度の低下が認められた。また、弾性係数は膨張の初期段階における低下が顕著となり、その後緩やかな低下を示した。
- (2) ASR膨張は、コンクリートの変形抵抗性および変形量に大きな影響を与え、特に、膨張量の増加にともない横方向の変形抵抗性が小さくなった。

なお、本研究は、土木学会アルカリ骨材反応対策小委員会（委員長：京都大学 宮川豊章教授）の依頼・協力を得て、実施した。

参考文献

- 1) 小池正俊，久保善司，上田降雄，野村倫一：ASR膨張量にともなう劣化コンクリートの力学的性能の検討，土木学会第60回年次学術講演会，2005.9

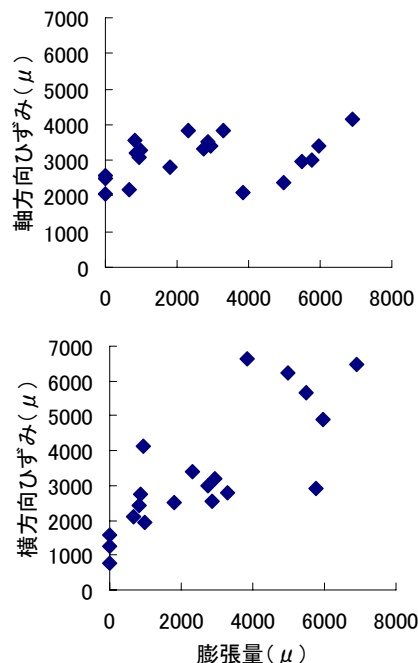


図-4 最大荷重時のひずみ