

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

金沢大学大学院 学生員 ○小池 正俊 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。一方、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数値データがほとんどないのが現状である。そこで、ASR 膨張がコンクリートの力学的性能に与える影響について詳細に検討することとした。

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/cm^3 ）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/cm^3 ）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/cm^3 ， G_{max} ：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/cm^3 ， G_{max} ：15mm）を用いた。また、添加アルカリとして NaCl を用い、等価アルカリ量を 8kg/m^3 とした。コンクリートの配合を表-1 に示す。供試体は $\phi 100 \times 200\text{mm}$ 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°C 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、3000 μ 、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つき 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

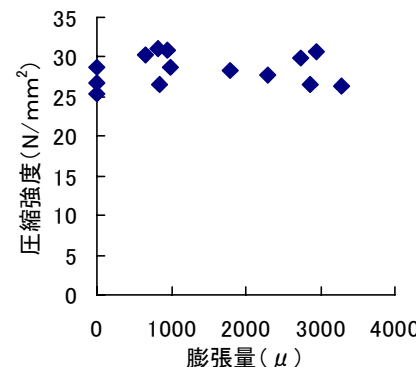


図-1 圧縮強度

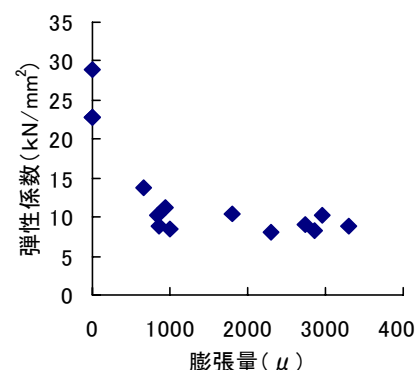


図-2 弾性係数

3. 結果および考察

現在、3000 μ までの膨張段階における載荷が終了しており、3000 μ 程度までの結果を考察の対象とした。

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。膨張量の増加にともない、若干の強度低下が見られるものの、顕著な低下は認められなかった。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は一様ではなく、巨視的なひび割れもみられるものの、今回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。一方、既往の研究¹⁾においては、さらに大きな膨張量において、60%程度の強度低下も報告されており、より大きな膨張段階における検討が必要である。

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 1000 μ までの範囲において急激に低下し、それ以

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（〒920-8667 石川県金沢市小立野 2-40-20 金沢大学工学部土木建設工学科 TEL076-234-4620）

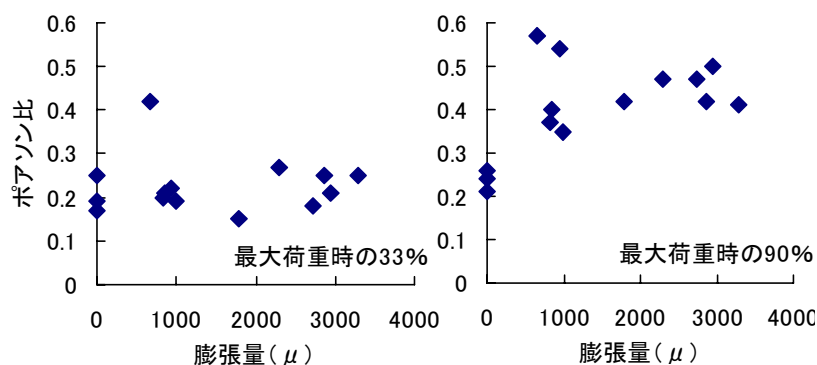


図-3 ポアソン比

降は緩やかに低下する傾向を示した。実構造物から採取されたコンクリートにおいても、弾性係数の低下が顕著であることが認められており²⁾、実験結果との整合性が認められる。弾性係数に大きな影響を与えた理由として、ASR 膨張によりひび割れが生じると、ひび割れの大きさによらず、そこには空隙が生じたのと同様な状態になるため、荷重に対する変形抵抗性は小さくなり、膨張初期ほど弾性係数の低下が顕著になったものと考えられる。

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。膨張量が大きくなるほど、ポアソン比が若干大きくなり、応力レベルの大きいものほど、その傾向が顕著となった。また、応力レベルが 90%のものにおいては、膨張量 1000 μ 程度まで急激な増加を示し、その後緩やかに増加する傾向を示した。応力レベルが大きくなるほど、ASR 膨張の影響が顕著となった理由として、応力レベルが大きいほど、内部に存在した大小のクラックが連結しやすく、横方向の変形抵抗性が小さくなったものと考えられる。また、ひび割れの無い状態から、膨張量が大きくなると、ひび割れ幅の増大とともに、ひび割れの連結性の高い状態へと急激に変化するため、膨張初期段階において、ポアソン比の増加が顕著となったものと考えられる。

3.4 最大荷重時のひずみ

ASR 膨張が最大応力時の圧縮ひずみおよび横方向ひずみに与える影響を図-4 に示す。ばらつきはあるものの、ASR 膨張が大きいものほど、ひずみは大きくなり、特に、横方向の増加が顕著となった。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。膨張により生じたひび割れにより、変形そのものが生じやすくなると同時に、膨張が大きくなるほどその傾向が顕著となったものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 3000 μ 程度の膨張量においては圧縮強度の低下は顕著でなく、膨張量の増加にともなう低下は小さい。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) L.A.Clark : Structural aspects of alkali-silica reaction, Structural Engineering Review, Vol.2, No.2, pp.81-87, 1990.6
- 2) 熊谷善明, 大深伸尚, 奥田由法, 鳥居和之: 凍結防止剤の影響を受けた ASR 損橋脚の残存膨張性評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, No.1, pp.55-60, 2000.6

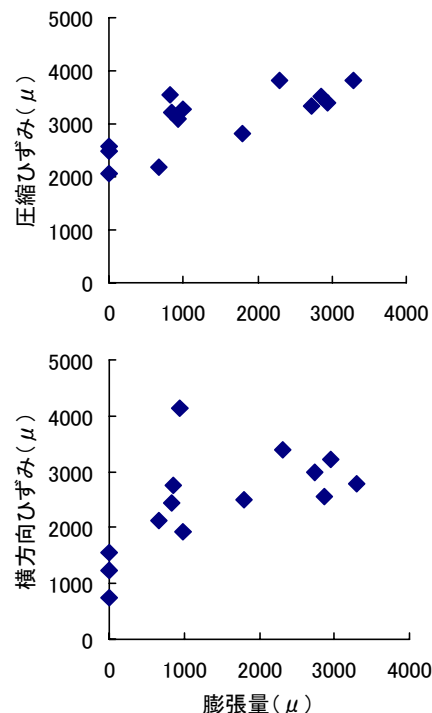


図-4 最大荷重時のひずみ