

## ASR 劣化大型 RC 試験体の内部劣化と残存膨張性

金沢大学大学院 学生員 ○大橋勇気 金沢大学大学院 学生員 蔡 云峰  
 金沢大学工学部 正会員 久保善司 金沢大学工学部 正会員 鳥居和之

## 1. はじめに

ASR が発生した RC 橋脚の詳細調査ではコアによりコンクリートの強度や残存膨張性が調べられている。この際、RC 橋脚内のコンクリートは鉄筋や載荷重による拘束を受けているために、コアによる強度及び残存膨張性の評価において応力開放や採取位置の影響を考慮することが必用となる<sup>1)</sup>。また、阪神大震災以降、RC 橋脚の耐震補強対策として鋼板巻き立て工法が採用されてきた<sup>2)</sup>。しかし、鋼板により外部から ASR 膨張を拘束した際のコンクリートの強度及び残存膨張性状の変化に関しては不明な点が多くある。

本研究は、既存橋脚を模擬した大型 RC 円柱試験体（未補強及び鋼板巻き立て）を7年間屋外に暴露し、ASR による長期の膨張挙動を比較した後に、コンクリート内部の劣化状況を観察するとともに、コアを用いてコンクリートの強度特性及び残存膨張性を検討したものである。

## 2. 実験概要

コンクリートの配合を表-1 に示す。セメントは普通ポルトランドセメント（等価 Na<sub>2</sub>O 量：0.68%）である。骨材は、細骨材として非反応性の川砂（富山県早月川産）を、粗骨材として非反応性の川砂利（富山県早月川産）と反応性の両輝石安山岩砕石（石川県能登半島産）を使用した。RC 試験体は、φ80×150（cm）の大型円柱体であり、既存のコンクリート橋脚を参考として軸方向鉄筋比及び帯鉄筋比をそれぞれ0.81%及び0.50%とし、軸方向鉄筋に D22mm の異形鉄筋及び帯鉄筋に D16mm の丸鋼を使用した。鋼板巻き立て試験体は、ASR によるひび割れ幅が0.5mmに達した屋外暴露1年で鋼板（厚さ：9mm）により巻き立てた。コンクリート内部の膨張挙動は試験体の中心部に埋設したカールソン型歪み計（軸方向及び半径方向）により計測した。未補強及び鋼板巻き立て試験体は、2003年10月に解体し、3分割に切断した。大型 RC 試験体の中央部の切断面でひび割れや反応性骨材の割れを調べた後に、水平方向及び鉛直方向からコアを多数採取した。採取したコアの試験項目は、圧縮強度及び弾性係数、残存膨張性（JCI DD2 法、デンマーク法）、超音波パルス速度、ASR ゲルの生成状況などである。

表-1 コンクリートの配合

スランブ (cm)	空気量 (%)	s/a (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				
				水	セメント	細骨材	非反応性骨材	反応性骨材
8±1.5	2±1	42.0	53.2	164	308	784	562	563

## 3. 鋼板による ASR 膨張の拘束効果

未補強及び鋼板巻き立て試験体のコンクリート歪の経時変化を図-1 に示す。未補強試験体では、暴露開始の夏季に膨張が始まり、冬季に膨張が停滞するという季節変動を伴う膨張挙動が認められた。また、試験体の半径方向の歪は軸方向の歪の2~3倍になり、半径方向の歪は暴露7年で8000μにもなった。一方、鋼板巻き立て試験体では、補強材による膨張の拘束効果が効果的に発揮されており、未補強試験体と比較してコンクリート歪の増加が大きく抑制され、半径方向と軸方向とのコンクリート歪の相違がなくなった。

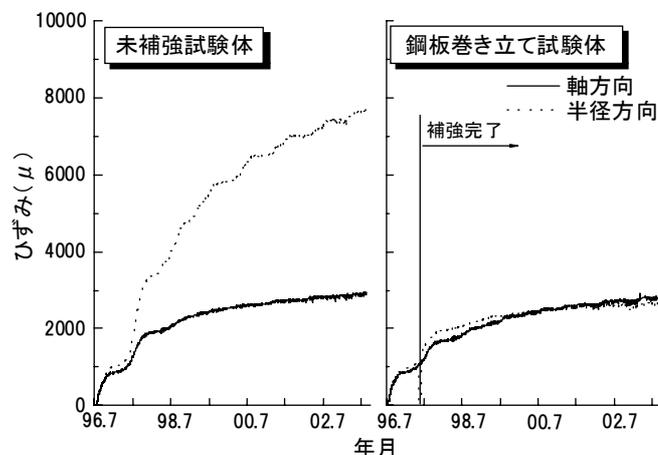


図-1 コンクリート歪の経時変化

キーワード：鋼板巻き立て工法、アルカリシリカ反応、コンクリートコア、残存膨張性、強度特性  
 連絡先（工学部土木建設工学科 〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20 TEL076-234-4622 FAX076-234-4632）

#### 4. 試験体の切断面のひび割れ状況

未補強及び鋼板巻き立て試験体では、試験体の内部でも骨材の割れ及びひび割れの発生が確認された。未補強及び鋼板巻き立て試験体の切断面のひび割れの状況を図-2 に示す。未補強試験体は、コンクリートの大きな膨張力が帯鉄筋に伝達されたために、帯鉄筋の円周方向に沿ったひび割れが発生した。それに対して、鋼板巻き立て試験体では、補強材である鋼板に膨張力が伝達されたために、帯鉄筋に沿ったひび割れは発生しなかった。また、未補強試験体では、かぶり部分だけでなく、試験体内部でも比較的大きなひび割れが観察された。

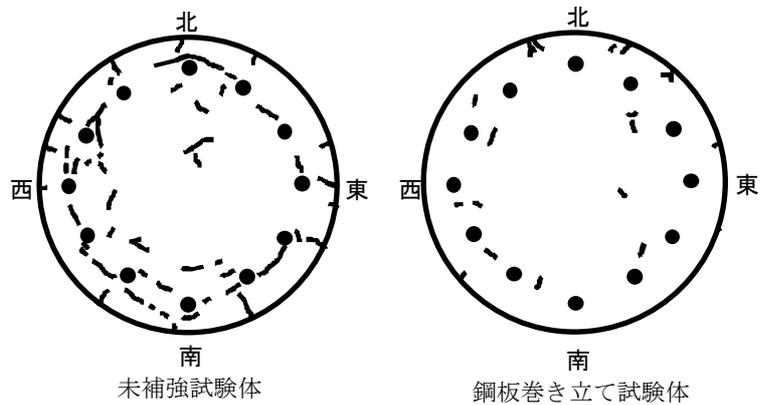


図-2 切断面のひび割れの状況

#### 5. コアの強度特性及び残存膨張性

水平及び鉛直方向から採取したコアの圧縮強度と弾性係数の関係を図-3 に示す。コアの強度性状は ASR による膨張履歴（劣化度）を反映したものになっていた。すなわち、未補強試験体のコアの圧縮強度は、大きな膨張が発生した水平方向の圧縮強度は鉛直方向の圧縮強度よりかなり小さくなった。それに対して、ASR 膨張が拘束された鋼板巻き立て試験体では水平及び鉛直方向による強度の異方性が認められなかった。

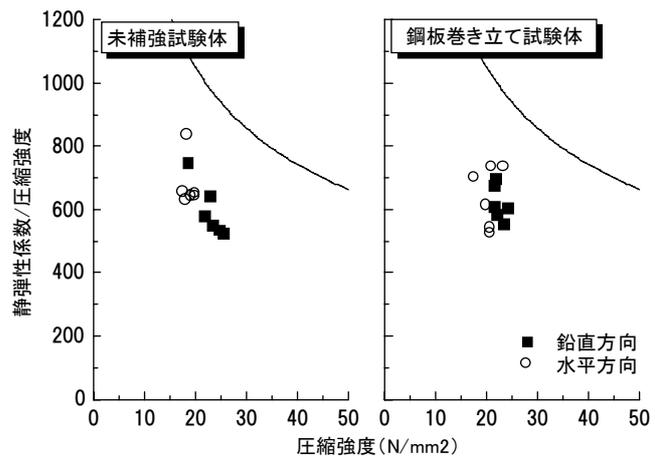


図-3 コアの圧縮強度と弾性係数の関係

水平及び鉛直方向から採取したコアの残存膨張性（JCI - DD2 法）を図-4 に示す。未補強試験体の水平方向のコアは、鉛直方向と異なり、促進養生条件下でも膨張する傾向が認められなかった。それに対して、鋼板巻き立て試験体の水平方向のコアは、養生期間とともに膨張量が大きく増大しており、大きな膨張余力が発生している。

#### 6. まとめ

本研究で得られた結果をまとめると次のようである。(1) 鋼板巻き立て試験体ではコンクリート内部に発生する膨張を効果的に抑制できた。

(2) 未補強試験体では帯鉄筋の円周方向に沿ったひび割れが発生した。(3) 鋼板巻き立て試験体では水平及び鉛直方向による強度の異方性がなかったが、水平方向のコアは拘束解放後に大きな膨張量が発生した。

#### 【参考文献】

- 1) K. Torii: Strengthening and Repair Methods of RC Piers Deteriorated by Alkali-silica Reaction, Proc. of Inter. Seminar on Road Construction Materials, Kanazawa, pp.43-53, 2003.
- 2) 石井浩司, 奥田由法, 森 拓也, 鳥居和之: ASR 損傷橋脚の補強に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No.1, pp.931-936, 1997.

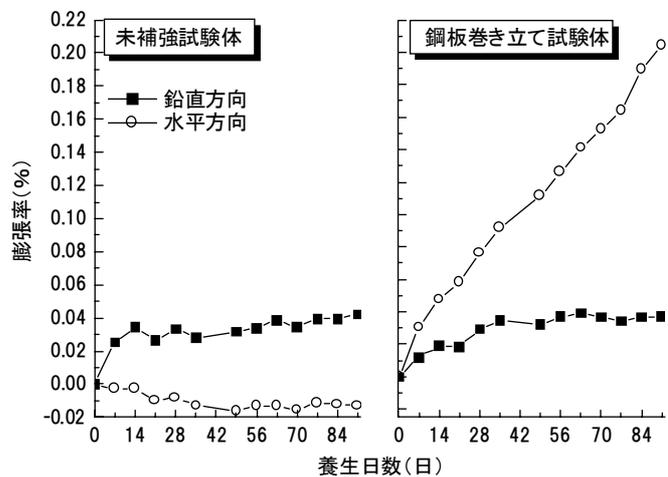


図-4 コアの残存膨張性（JCI - DD2 法）