

ASR が発生した大型コンクリート試験体の膨張性状に及ぼす表面被覆材の効果

金沢大学大学院 学生員 尾崎文亮 (株) ピー・エス 正会員 奥田由法  
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. まえがき

従来、ASR による損傷を受けたコンクリート構造物には表面被覆材による補修工法が適用されてきた。しかし、ASR が進行している構造物では、比較的短期間に塗膜の割れや水膨れなどの変状が生じ、再補修が必要となるものが多いことが知られている。

本研究は、表面被覆材による ASR 抑制効果を長期にわたり検討することを目的とし、実際の橋脚を模擬した大型試験体のコンクリートおよび鉄筋のひずみの経時変化を調べることで、表面被覆材の有無による膨張性状の相違について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。骨材は、非反応性骨材として川砂と碎石(富山県早月川産)を、反応性骨材として両輝石安山岩碎石(石川県能登半島産)を使用した。また、ASR を促進させる目的で、コンクリートの等価アルカリ量が  $8\text{ kg/m}^3$  となるように NaOH を練り混ぜ水に添加した。試験体は、 $\phi 800 \times 1500(\text{mm})$  の円柱体であり、軸方向鉄筋比および帯鉄筋比をそれぞれ 0.81% および 0.50% とした。大型試験体の軸方向鉄筋には D22mm の異形鉄筋を、帯鉄筋には  $\phi 16\text{mm}$  の丸鋼を使用し、試験体内部にカールソン型歪計および鉄筋歪計を埋設し、2 日に 1 回の自動計測を行った。また、コンクリート表面の膨張量をコンタクトゲージ(基長: 100mm)により測定した。試験体は、平成 8 年 6 月に打設し、材令 7 日で脱型を行った。その後、屋外暴露に供し、平成 9 年 5 月に樹脂塗装を実施した。樹脂塗装工法は、アクリルゴム系の表面被覆材で全面を塗装し、外部からの水分の浸入を遮断した。

表-1 コンクリートの配合

| スランプ<br>(cm) | W/C<br>(%) | 空気量<br>(%) | s / a<br>(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |      |     |             |            |
|--------------|------------|------------|--------------|-------------------------|------|-----|-------------|------------|
|              |            |            |              | 水                       | セメント | 細骨材 | 非反応性<br>粗骨材 | 反応性<br>粗骨材 |
| 8±2          | 53         | 2±1        | 42           | 164                     | 308  | 784 | 562         | 563        |

3. 実験結果および考察

未処理および樹脂塗装試験体の表面および内部の膨張率の経時変化を図-1 および図-2 に示す。未処理および樹脂塗装試験体ともに、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階段状の膨張挙動が観察された。未処理試験体では、日射の影響で試験体の南側面の膨張が顕著になる傾向が認められ、暴露 5 年目には半径方向の膨張率は表面で 0.8%、内部で  $7400\mu$ 、軸方向の膨張率は  $2000\mu$  にもなった。未処理試験体の上面では暴露開始 5 年で最大幅 1.2mm のひび割れが発生し、側面では最大幅 1.5mm の軸方向のひび割れおよび最大幅 1.0mm の円周方向のひび割れが発生した。一方、樹脂塗装試験体では、暴露 5 年が経過した段階でも表面被覆材の外観の変状は見られず、未処理試験体と比較して全体的に膨張が抑制されているが、未処理試験体と同様に半径方向の膨張率は表面で 0.5%、内部で  $6000\mu$ 、軸方向の膨張率は  $1500\mu$  と大きな膨張を示した。このように ASR の進行が終了していない段階では、表面被覆材により外部からの水分

を遮断した場合でも、試験体内部の水分により ASR が進行することが認められた。しかし、樹脂塗装試験体では、未処理試験体と同様に試験体内部の膨張は現在でも持続されているが、表面の膨張は平成 11 年頃から収束する傾向にあった。

未処理および樹脂塗装試験体の鉄筋ひずみの経時変化を図-3に示す。未処理試験体の帯鉄筋にはコンクリートの膨張量の増加に伴い 3000  $\mu$  を超える引張りひずみが発生しており、帯鉄筋は局部的に降伏している可能性が認められた。一方、樹脂塗装試験体の帯鉄筋には未処理試験体の半分の 1500  $\mu$  程度の引張りひずみの発生が認められた。また、未処理および樹脂塗装試験体の軸方向鉄筋の引張ひずみは 1000  $\mu$  程度に達したが、暴露 2 年目以降は鉄筋ひずみの増加がほぼ停止した。

未処理および樹脂塗装試験体の表面および内部における膨張率の比較を図-4に示す。暴露初期の段階では、内部と比較して表面の膨張率が大きくなった。しかし、暴露長期では、内部の膨張率が帯鉄筋の降伏によって拘束効果が低下したことにより、表面の膨張率を上回るようになった。

4. まとめ

本研究により得られた主要な結果をまとめると次のようである。(1) ASR が発生した大型コンクリート試験体では、樹脂塗装により外部からの水分を完全に遮断した場合でも、試験体内部の水分により ASR が進行する、(2) 未処理試験体の帯鉄筋にはコンクリートの膨張量の増加に伴い 3000  $\mu$  を超える引張りひずみが発生し、帯鉄筋は局部的に降伏する、(3) 帯鉄筋が降伏するような過大な膨張が発生した場合には、コンクリートの表面と内部での膨張率の相違が小さくなる。

<参考文献>

1) 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.

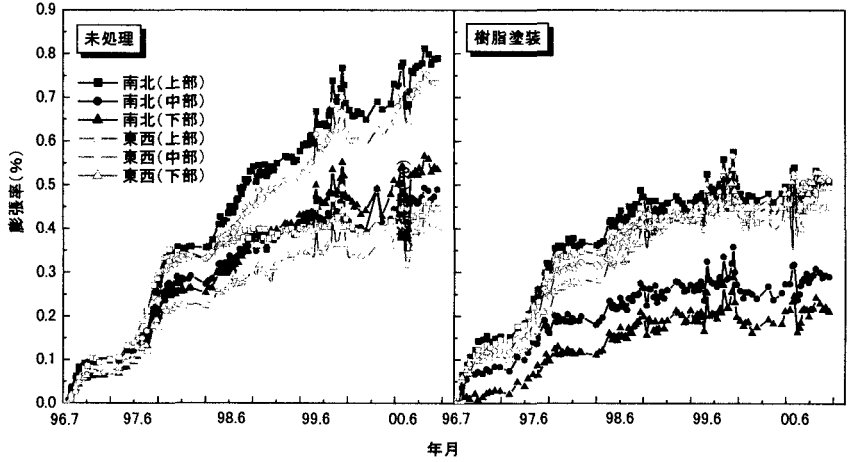


図-1 コンクリート表面の膨張率の経時変化

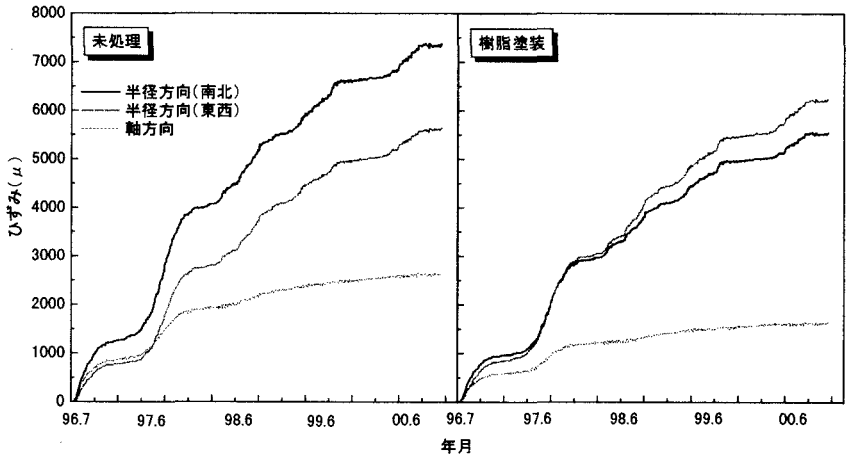


図-2 コンクリート内部の膨張率の経時変化

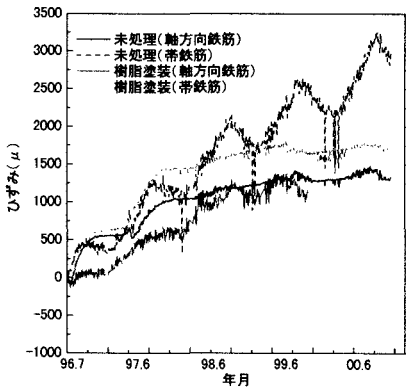


図-3 鉄筋ひずみの経時変化

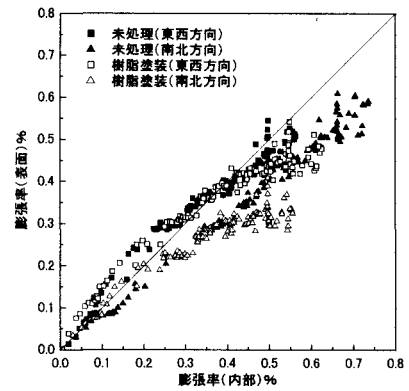


図-4 表面および内部膨張率の比較