

緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法によるASR抑制効果に関する実験的考察

清水建設 正会員 ○久保昌史¹⁾
 清水建設 正会員 前田敏也
 清水建設 正会員 田中博一
 国際建設技術研究所 フェロー 葛目和宏

1. はじめに

アルカリ骨材反応（以下 ASR）により劣化したコンクリート構造物の補修工法としては、現在、劣化因子の侵入を防止させる表面被覆工法や、反応性骨材の膨張抑制効果のある亜硝酸リチウム水溶液（以下 LiNO_2 ）や水酸化リチウム水溶液を含浸させる工法等が採用されている。しかし、これらの工法は、一般的に反応性骨材の膨張抑制を主眼に置いており、膨張を拘束させるものではないため、効果が現れるまでに時間を要する。

本報では、ASR の膨張に対しての拘束効果も期待できる工法として、緩衝材を用いた炭素繊維シート（以下 CFS）接着工法¹⁾の適用の可否を検討した。

2. 試験の概要

試験に用いたコンクリートの配合を表-1 に示す。また使用材料について表-2 に、補修試験体概要について図-1 に示す。試験体コンクリートの配合は既往のベシマム量を配慮して、細骨材、粗骨材の重量比率を反応性骨材、非反応性骨材で 1 : 1 とした。また、添加アルカリは塩化ナトリウム（以下 NaCl ）を使用し、アルカリ量としては全アルカリ量を等価アルカリ量換算で 8kg/m^3 となるよう調整した。

作成した試験体を促進環境下 (40°C , $\text{RH}100\%$) で養生し、膨張ひずみが $3000\mu \sim 4000\mu$ となった時期（打設後 120 日目）に補修を行った。試験体の種類と本数を表-3 に示す。ただし、 LiNO_2 を含浸させるため、補修前に試験体の重量を炉乾燥により 4% 減じてから、 LiNO_2 が Li/Na モル比=1 程度の含浸量となるように浸漬し²⁾、CFS 接着のみの試験体は水道水に浸漬し、それぞれ CFS を接着した。

これらの試験体を、促進環境 (40°C , $\text{RH}100\%$) 下に戻し、コンタクトストレーンゲージおよびひずみゲージを用いて、軸方向および円周方向の膨張量を経時的に計測した。

表-1 試験体コンクリートの配合

Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				AE 減水剤	NaCl (kg)
			W	C	S*	G*		
20	45.1	43.1	172	381	759	1010	$\text{C} \times 0.25\%$	11.7

※反応性骨材と非反応性骨材の重量比率は 1 : 1 とした。

表-2 使用材料

材料名	種別・仕様
セメント	早強ポルトランドセメント
細骨材	非反応性骨材, 反応性骨材容積比率 1:1
粗骨材	非反応性骨材, 反応性骨材容積比率 1:1
添加アルカリ	NaCl (市販食品塩)
混和剤	AE 減水剤
緩衝材	弾性系エポキシ樹脂
CFS	目付量 200g/m^2
亜硝酸塩	LiNO_2 25%濃度水溶液

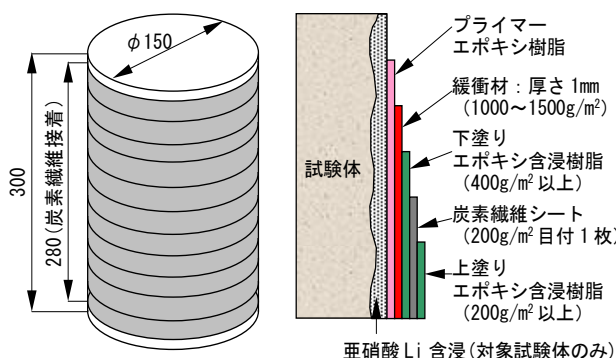


図-1 補修試験体概要

キーワード：ASR, 亜硝酸リチウム, 緩衝材, 炭素繊維シート, 補修

1) 〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3

Tel.03-5441-0186

Fax.03-5441-0512

表-3 試験体の種類および本数

番号	試験体の種類	補修方法	本数
No.1～No.3	CFS 接着	円周方向に CFS 1 層接着.	3
No.4～No.6	LiNO ₂ 浸漬+CFS 接着	LiNO ₂ 浸漬(Li/Na モル比=1, 試験体 1 本あたり 290g) 後, 円周方向に CFS 1 層接着.	3
No.7～No.12	無対策	補修なし.	6

ゲージ設置箇所を図-2 に示す. ただし, 無対策の試験体は軸方向の膨張量のみ計測した. 軸方向の計測期間は試験体作成後から 307 日間, 周方向の計測期間は補修実施後 (打設後 120 日目) から 201 日間であった.

3. 試験結果および考察

(1) 軸方向の膨張量 (図-3)

無対策の試験体については, 試験開始 14 日目あたりから急激な膨張が見られ, ひずみは 130 日後に平均 10,000 μ 程度に達しほぼ収束した.

一方, 補修した試験体については, 補修を行った日(120 日)から 270 日あたりまでは大きな変化は見られなかった. しかし, LiNO₂+CFS 補修試験体については, その後無対策試験体と同程度の膨張速度で急激に膨張し, ひずみは平均 8,700 μ 程度に達した. 一方, CFS 補修試験体については, 穏やかな膨張がみられ, ひずみは 4,500 μ 程度であった. 一般に LiNO₂ は, Li⁺が反応性骨材から溶出したゲルと反応して膨張を抑制する効果がある. しかしながら今回, 本報告の条件においては, 一定期間後に急激な膨張が見られた. これは補修後, 一定期間は LiNO₂ による膨張抑制効果が見られたが, その後, 膨張抑制効果が見られなくなったためと推察される.

(2) 円周方向の膨張量 (図-4)

CFS 補修試験体については, 穏やかな膨張が見られ, ひずみは平均 2,800 μ 程度であった. また, LiNO₂+CFS 補修試験体については試験開始 260 日目あたりから軸方向と同様に膨張速度が増加し, ひずみは平均 4,100 μ 程度であった. 炭素繊維シートの破断ひずみは, 約 15,000 μ であることから, 膨張量が 10,000 μ 程度の ASR に対する拘束効果は期待できる.

4. まとめ

- ① 本報告の条件では, LiNO₂ 含浸後一定期間経過すると抑制効果が見られなくなる可能性が考えられる.
- ② CFS 接着工法は LiNO₂ を併用しなくても CFS の拘束効果により, ASR の膨張抑制が期待できる.

【参考文献】1)前田敏也,小牧秀之,坪内賢太郎,村上千孝:緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法の補修効果,コンクリート工学年次論文集,Vol.23,No.1,pp.817-822,2001年 2)友沢史紀,梶田佳寛,阿部道彦,田中斉,田中公一,東ヶ崎清彦:アルカリ骨材反応を生じたコンクリートの補修方法に関する一実験,建築研究報告,No.124,January1990

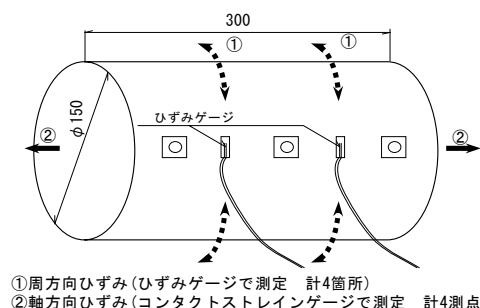


図-2 ゲージ設置箇所

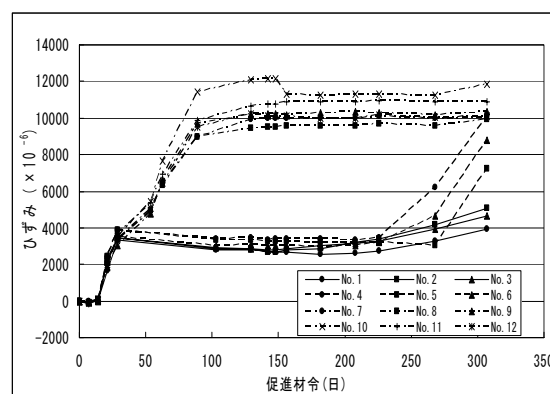


図-3 軸方向膨張量経時変化図

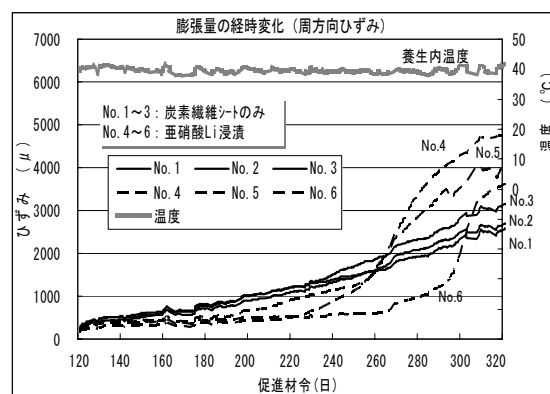


図-4 周方向膨張量経時変化図