

V-323

アルカリ骨材反応によって損傷をうけたRCはりの挙動

大阪府立工業高等専門学校 正員 山田昌昭・吉田義隆

堺市役所 正員 井尾好宏

若築建設 正員 衣川弘一

1. まえがき

アルカリ骨材反応により損傷をうけたRCはりは、一般に適切な鉄筋が配置されておればその外見上の損傷度合にもかかわらず、大きな耐力低下はないことが最近の実験で明らかにされつつある。これはアルカリ骨材反応によって引き起こされる膨張が鉄筋によって拘束されるため、ケミカルプレストレス的作用が生じ、そのために耐力の低下が防止されるものと考えられている。しかるに、それらの現象の細部について、例えば鉄筋量と膨張量やプレストレス量の関係、あるいはRCはりとしての耐荷挙動、特にスターラップ量とせん断耐力等についてはまだ十分に実験データが蓄積されたとはいえない。また、これまでの実験では反応を促進養生によって、短期間に発生させた実験が多く自然状態での実験は比較的少ない。本研究では、鉄筋量と膨張量の関係、並びにはりとしての挙動について若干の考察を試みたものである。

2. 実験方法

実験に使用した供試体は図-1に示すような3種類のRCはりである。それぞれのはりにおいて、主鉄筋をD-13、D-16を用い、スターラップにφ-6およびφ-9を使用し、表-1のような組合せで9本の供試体を作成した。使用したコンクリートは表-2に示す通りである。鉄筋の材質はそれぞれ、φ-6 ($f_y=2860 \text{ kgf/cm}^2$, $f_s=3860 \text{ kgf/cm}^2$), φ-9 ($f_y=3360 \text{ kgf/cm}^2$, $f_s=5030 \text{ kgf/cm}^2$), D-13 ($f_y=3340 \text{ kgf/cm}^2$, $f_s=4930 \text{ kgf/cm}^2$), D-16 ($f_y=3730 \text{ kgf/cm}^2$, $f_s=5530 \text{ kgf/cm}^2$)である。粗骨材は、反応性、非反応性の砕石をそれぞれ約50%ずつ使用した。細骨材は川砂を使用した。セメントは等価 Na_2O 量が0.64%の普通ポルトランドセメントを使用した。なお、膨張を促進させるため、全アルカリ量が 8 kg/m^3 となるように NaOH を添加した。コンクリートは1987年11月19日に打設し、膨張量の経時変化を打設後3週目よりコンタクトゲージ歪計で測定した。また、膨張量が増大した1988年8月下旬にスターラップの配置されている6本のはりについて、静的載荷試験を降伏荷重以下のレベルで行った。

3. 実験結果とその考察

コンクリート打設後約5か月間は冬期(11月-4月)でもあり、膨張はほとんど認められなかった。膨張率の測定結果の一例(5月12日を原点として測定したもの)を図-2に示した。膨張率は

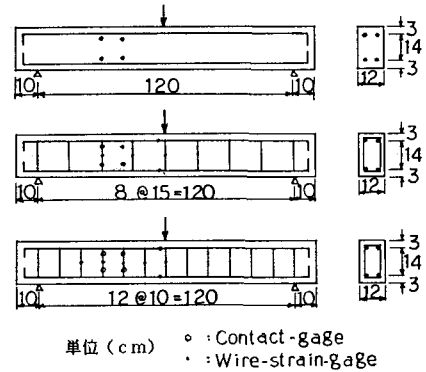


図-1 供試体寸法

表-1 実験供試体一覧

供試体番号	主鉄筋	スターラップ径	スターラップ間隔
1	D-13	φ 6	なし
2	D-13	φ 6	S=15cm
3	D-13	φ 6	S=10cm
4	D-16	φ 6	なし
5	D-16	φ 6	S=15cm
6	D-16	φ 6	S=10cm
7	D-16	φ 9	なし
8	D-16	φ 9	S=15cm
9	D-16	φ 9	S=10cm

表-2 コンクリート示方配合

水セメント比 W/C (%)	スターラップ (cm)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m³)					
				セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G		NaOH
							非反応性	反応性	
50	14	1.0	42.5	386	193	746	524	495	7.14

全アルカリ量 8 kg/m^3

約0.1～0.2%であった。これを鉄筋比との関係で表したものが図-3である。これより鉄筋比の小さいものほど膨張率が大きくなっていることがわかる。無筋のもので、打設後約1年で膨張率は約0.25% (2500×10^{-6}) であった。全膨張ひずみを ε 、見かけのひずみを ε_s 、拘束ひずみを ε_c とすると図-4のようになり、 $\varepsilon_c = \varepsilon * n * p / (1 + n * p)$ 、 $\varepsilon_s = \varepsilon / (1 + n * p)$ で表される。ここで、 n は弾性係数比、 p は鉄筋比である。 ε_s が膨張量の測定値となる。これより鉄筋に働く引張力を求め（膨張力）、この値をコンクリートの断面積で除すと膨張圧が求められる。その結果を表したものが表-3である。これからわかるように、膨張圧はほぼ一定の値となり、約25 kgf/cm²であった。一方、拘束ひずみ ε_c は $n=10$ と仮定すると約 120×10^{-6} となり、ほぼ一定値となり、これよりケミカルプレストレス量を推定すると、約25 kgf/cm²となる。一方、はりの載荷試験を実施した結果、図-5に示すような荷重-ひずみ曲線が得られた。

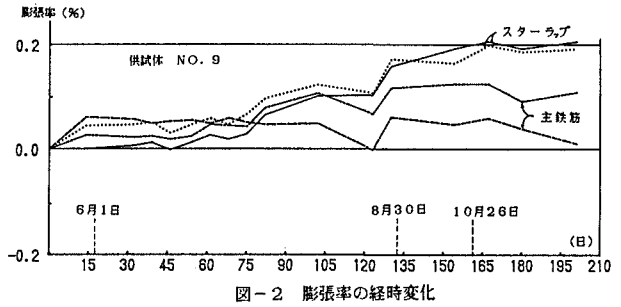


図-2 膨張率の経時変化

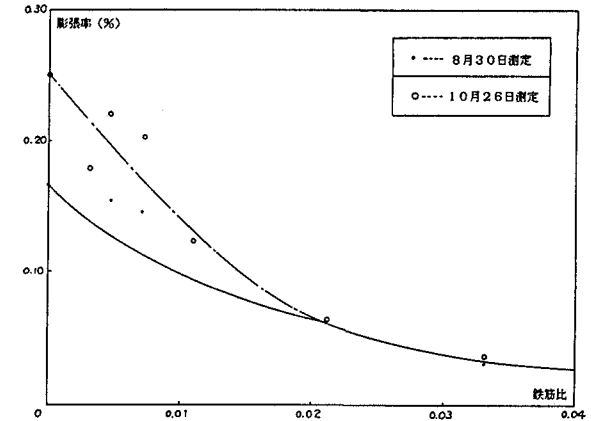


図-3 膨張率と鉄筋比の関係

表-3 鉄筋比と膨張圧の関係（10月26日測定）

	供試体の鉄筋配置	鉄筋量 (cm ²)	鉄筋比 p	膨張ひずみ $\varepsilon_s (\mu)$	鉄筋引張力 T (kgf)	膨張圧 q (kgf/cm ²)
鉛直方向	($\phi 6 \times 2$, S=15)	0.566	0.00314	1790×10^{-6}	1618	9.0
	($\phi 6 \times 2$, S=10)	0.566	0.00471	2190×10^{-6}	1618	13.5
	($\phi 8 \times 2$, S=15)	1.272	0.00707	2030×10^{-6}	4274	23.7
	($\phi 8 \times 2$, S=10)	1.272	0.0106	1200×10^{-6}	3205	26.7
水平	(D13 $\times$ 4)	5.068	0.0211	620×10^{-6}	6599	27.5
	(D16 $\times$ 4)	7.944	0.0331	350×10^{-6}	5839	24.3

実線が測定値であり、一点鎖線はコンクリート引張部を無視した断面による計算結果である。アルカリ骨材反応によって膨張したはりには弾性範囲内においては通常ばりと比較して、同じ鉄筋歪に対し高い荷重値を示すことがわかる。これはケミカルプレストレスの影響によるもので、例えばケミカルプレストレス量を25 kgf/cm²とすれば、曲げ引張応力がこの値になるまでははりの全断面は有効に働く。さらにスターラップ内部のコンクリートも引張強度までは全断面が有効に働くとして、荷重-歪曲線を描くと図-5の破線の形状となり、実験値とほぼ一致する。これはNO. 2以外の全てのはりにおいても同様の傾向が見られた。はりの終局耐力については今後検討する予定である。なお、 $\phi 10 \times 20$ の円柱

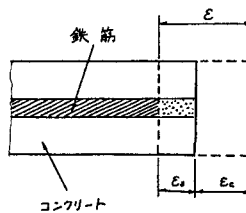


図-4

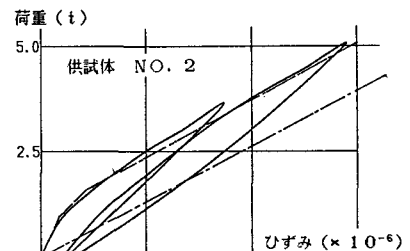


図-5 主鉄筋の荷重・歪曲線

供試体による試験時のコンクリート圧縮強度試験結果および弾性係数測定結果は $f_c = 382 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $E_s = 2.07 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ であった。本研究は文部省科学研究費（NO. 6132059）によるものである。