

V-210

ASRによる被害を受けた低鉄筋コンクリート梁の耐荷力

建設省土木研究所 正会員 岡原 美知夫 ○小幡 宏 田口 敬二
 阪神高速道路公団 正会員 古池 正宏
 (株)大林組 正会員 船越 敦

1. まえがき

アルカリ骨材反応(以下ASR)による損傷を受けたコンクリート構造物が確認されて以来、被害構造物の耐荷力が通常の構造物に比べてどの程度変化しているのかが問題となってきた。特に橋梁下部工のような大断面で比較的鉄筋量の少ない構造物においては、ASRにより部材の耐荷力特性が大きく変化しているのではないかと予想される。そこで著者らは反応性骨材および非反応性骨材を用いて、比較的大断面で低鉄筋比のRC梁(以下AタイプおよびNタイプ)を製作し、約11カ月間の養生の後載荷実験を行った。ここにその結果を報告する。

2. 実験概要

供試体は表-1に示すように50cm×50cmの断面に140～315cmの長さを有するRC梁であり、引張主鉄筋比(P_t)、スターラップ量(P_w)、せん断スパン比(a/d)および劣化レベルをパラメータとして製作を行った。なお、劣化レベルについては、最大ひびわれ幅が0.2mmに達した時点(レベル1)と1.0mmに達した時点(レベル2)の2段階を設定した。

表-2に供試体製作に使用したコンクリートの示方配合を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを用いており、Aタイプの粗骨材には反応性骨材と非反応性骨材を50%の割合で混合し、アルカリとしてNaOHを R_2O 等量で約8Kg/m³添加している。なお、鉄筋にはSD35を使用している。

コンクリート打設後2週間目から40℃、約100% R.H.の環境下で供試体のASR促進養生を行い、設定した劣化レベルにひびわれが成長した時点で載荷実験を実施した。載荷は両端単純支持による2点載荷とし、載荷速度2tf/minの荷重制御による静的載荷として実施した。

3. 実験結果および考察

(1) 鉄筋ひずみの経時変化

図-1はASRの進行に伴い主鉄筋およびスターラップに生じたひずみの経時変化を示したものである。図には代表的な供試体2体のみについて結果を掲載している。鉄筋には載荷時に500～2000

表-1 供試体の種類

種類	供試体寸法 B×H×L(cm)	引張主鉄筋比 $P_t(\%)$	スターラップ量 $P_w(\%)$	供試体番号	
				Aタイプ	Nタイプ
1	50×50×140	0.51	0.20	A-1,2,3	N-1
2	50×50×140	0.51	-	A-2	N-2
3	50×50×140	0.51	0.09	A-3	N-3
4	50×50×140	0.51	0.36	A-4	N-4
5	50×50×140	0.23	0.20	A-5-1,2	N-5
6	50×50×140	0.90	0.20	A-6	N-6
7	50×50×140	1.41	0.20	A-7	N-7
8	50×50×190	0.51	0.20	A-8	N-8
9	50×50×240	0.51	0.20	A-9	N-9
11	50×50×315	1.00	-	A-11	N-11
12	50×50×315	1.00	0.20	A-12,1,2,3	N-12
13	50×50×315	1.50	0.20	A-13	N-13

表-2 コンクリートの示方配合

G_{max} (mm)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/cm ³)			
			W	C	S	G
20	62	50	201	324	872	913 (886)

()内はAタイプ

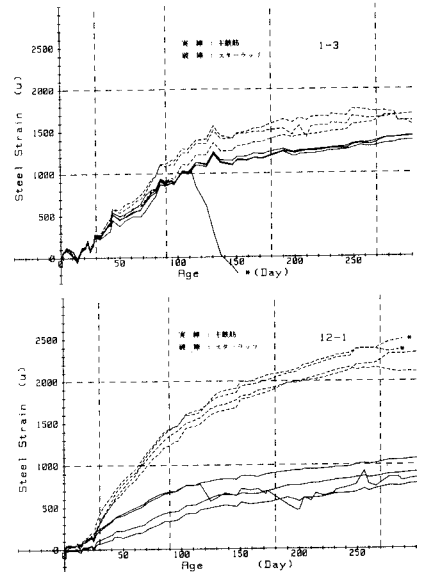


図-1(1)(2) 鉄筋ひずみの経時変化

表-3 テストピースの強度試験結果

部材 命令 項目	Nタイプ部材			Aタイプ部材		
	試験時			レベル		
	28日	206日	337日	レベル 1	レベル 2	
圧縮強度 (kg/cm ²)	351	451	427 (6.35%)	304	354	321 (11.07%)
引張強度 (kg/cm ²)	22.5	27.1	25.8	26.7	17.4	20.7
弾性係数 (kg/cm ²)	23.3 ×10 ⁴	28.2 ×10 ⁴	29.7 ×10 ⁴	24.5 ×10 ⁴	18.1 ×10 ⁴	16.4 ×10 ⁴

()内は変動係数

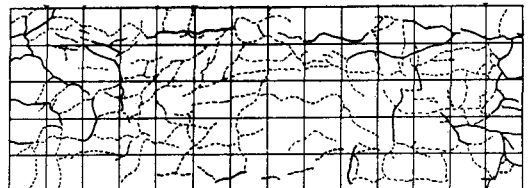


図-2 ひびわれ図

μ のひずみが発生しており、全般に部材形状が同一であればほぼ鉄筋量に応じたひずみが生じている。しかし部材の形状が異なる場合には発生するひずみの大きさが異なり、今回の計測では同じ割合でスターラップが配置されていても、長い梁のスターラップに生じたひずみは短い梁に比べて大きめの値となっている。

(2) ひびわれ状況

図-2は材令331日におけるASRによるひびわれ状況を示したものである。図中の実線は0.2mm以上の幅のひびわれを、破線は0.1mm以上0.2mm未満の幅のひびわれを表す。図より0.2mm未満のひびわれについては任意の方向に発達しているが、0.2mm以上まで成長するものは主として主鉄筋方向、もしくは供試体端部に集中していることが認められる。図-3はスターラップ量の違いによるひびわれ密度(0.2mm以上のひびわれの総延長/面積)の経時変化図である。これによると、ひびわれは材令289日までにはほぼ一定の割合で進行しているが、289日以降には進行度合が緩やかになってきている。また、ひびわれ密度はスターラップ量に応じて異なっており、配置されたスターラップ量とコンクリートの膨張拘束力の大きさが対応している様子がうかがえる。

(3) 載荷実験結果および耐力特性

表-3は供試体製作に用いたコンクリートのテストピースの材令28日と梁の載荷時の強度を示したものであり、図-4は梁の耐力実験結果を示している。図中、縦軸は最大荷重を横軸は供試体番号を表している。図より比較的スパンの長い供試体8～13におけるAタイプの耐力力は、破壊形状が曲げあるいはせん断にかかわらず向上している結果となっている。一方、ディープビーム的な供試体1～7の耐力力についてAタイプの曲げ耐力はNタイプに比べて上昇しているものの、せん断耐力については逆に低下している傾向が認められる。これは、一般に短スパンの梁では長いスパンの梁の場合に比べて、載荷による応力の流れが載荷点と支承を結ぶ線上に集中し、コンクリート材料自体の強度が梁の耐力力を大きく支配しているためであると考えられる。(図中 S:せん断, F:曲げ)

図-5は荷重と主鉄筋のひずみの関係を示したものである。図によると、Aタイプにおける主鉄筋のひずみは、荷重レベルが低い時にはNタイプと同じく一定の割合で増加している。しかし、荷重レベルが高くなりある一定の値になった時、Nタイプは降伏して主鉄筋のひずみは急激に増加するのに対し、Aタイプではさらに高い荷重レベルまで一定した(荷重/ひずみ)関係を保っている。これはケミカルプレストレスによる効果であると考えられ、このことがAタイプの曲げ耐力がNタイプよりも大きな値を示すことの原因となっていると考えられる。

なお、本実験は阪神高速道路公団との共同研究の一環として実施されたことを付記しておく。

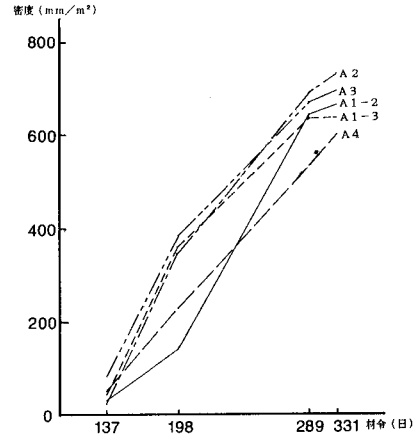


図-3 ひびわれ密度の経時変化

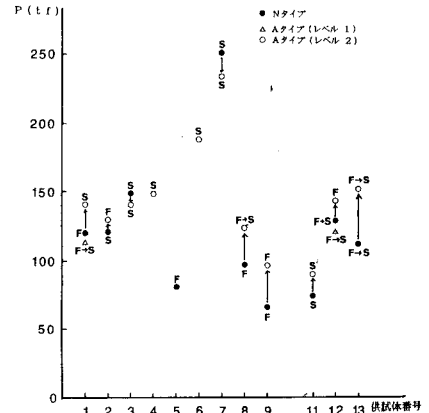


図-4 供試体の載荷試験結果

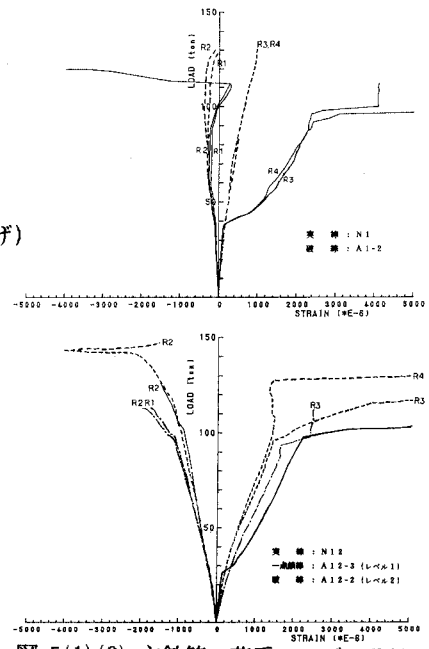


図-5(1)(2) 主鉄筋の荷重・ひずみ曲線