

アルカリ骨材反応を生じた各種RC部材の力学的性状

岐阜大学工学部 正 小柳 治 正 内田裕市
学 山本智志 学 ○杉崎甲人

1. はじめに

アルカリ骨材反応(AAR)による膨張ひびわれを生じたRC曲げ部材は、鉄筋により膨張を拘束する作用によりケミカルプレストレス効果が生ずるため、部材の剛性や耐力がかえって増大するものとされている。本文は、鉄筋比を広範囲に変化させたRCはりについて、AARの有無による力学特性の変化について検討した結果を述べると共に、AARによって生じたケミカルプレストレスによる部材特性の改良効果の持続性について現在行っている実験について述べるものである。

2. 試験概要

引張鉄筋比は0.40~2.6%に変化させた長方形単鉄筋及び複鉄筋を通常のコンクリート(N)と、反応性骨材を用いNaOHを添加したコンクリート(A)によって作成し、ひびわれ発生状況を観察した後、曲げ載荷試験を行い、強度及び変形計測を行った。これらのはり寸法は $10 \times 18 \times 84$ cm、主鉄筋のかぶり厚は2cmである。はり種別は試験結果と共に表-2に示す。

セメントは普通ポルトランドセメント(等価 Na_2O 量=0.67%)、細骨材は非反応性の川砂(長良川産)、粗骨材は(N)に対しては非反応性の玉砕石(長良川産、最大寸法15mm)、(A)に対してはこの非反応性玉砕石に反応性砕石(古銅輝石安山岩、最大寸法20mm)を50%ずつ混合したものをを用いた。各コンクリートの示方配合を表-1に示す。AARを生じさせるために、セメント中のアルカリ分に加えてセメントに対する等価 Na_2O 量が2.8%になるようにNaOH(特級)を添加した。

主鉄筋には、公称径6, 10, 13及び16mmの4種の異形鉄筋を用いた。それらの降伏点強度 f_{sy} 及び引張強さ f_{su} は、それぞれ(44.7, 54.9)、(38.8, 54.6)、(37.9, 56.7)及び(39.1, 58.5)kgf/mm²である。なお、スターラップは使用していない。

供試体は、打設後材令14日まで温度20℃の恒温室内で湿布養生を行い、その後温度20℃の室内に放置し、材令28日において室温を40℃に高め、また同時に連続的な散水を行った。Aシリーズの供試体は40℃に昇温した後、約30日において供試体表面にひびわれが発見された。昇温期間は約5ヵ月であるが、昇温期間60日以後のひびわれの進展は顕著ではなかった。なお、ひびわれの最大幅は約0.25mmであった。

はり供試体は各配筋条件につき、2本ずつ作成したが、試験の都合上、材令約8ヵ月及び約13ヵ月において各1本ずつの載荷試験を行った。試験はスパン70cm(30+10+30)にて対称二点曲げ載荷によって行った。載荷は単調載荷とし、載荷時には、載荷点直下の変位及びモーメントスパン内のはり上下面のひずみを測定した。

3. 試験結果

材令約13ヵ月における各種コンクリートの強度及び弾性係数の測定結果を表-1に併記する。ここで(A)はひびわれの生じた状態での試験である。はり試験結果の概要を表-2に平均値で示す。また、はりの荷重-変位曲線の例を図-1に示す。

表-2より、AARを生じたAシリーズと対応するNシリーズとを比較する。D6を用い鉄筋比が0.4%と低い場合には、両者ともに鉄筋降伏後曲げ破壊を生ずる。コンクリート圧縮強度は(A)が(N)より低いが、降伏荷重は逆に(A)が(N)を上まわり、最大荷重は単鉄筋では両者が等しく複鉄筋では降伏荷重と同様に(A)が(N)を上まわった。D10を用い鉄筋比が0.9%のはりでは、(N)は曲げとせん断との破壊が1本ずつ生じたが、(A)ではいずれも曲げ破壊となった。このため、最大耐力で比較すると(A)が(N)

を上まわっている。さらに、破壊形式の違いにより(A)の方が(N)より靱性が高くなっている。D13を用い鉄筋比が1.7%のはり、及びD16を用い鉄筋比が2.6%のはりはいずれもせん断付着破壊を生じているが、最大耐力はいずれもAシリーズがNシリーズより大である。

上述のように最大荷重は全般にAシリーズがNシリーズより大である。この理由として、AARによる膨張を鉄筋が拘束することによって生ずるケミカルプレストレスが、はりの破壊形式をせん断タイプから曲げタイプに近づけていることが挙げられる。なお、載荷試験時のせん断ひびわれの進展時には、AARによる表面ひびわれと一致するものもかなり見受けられた。

表-1 示方配合、強度及びヤング係数

シリーズ	W/C (%)	W C S (kg/m ³)			G(kg/m ³)		セメント重量比(%)		f' _c	f _b	E _s ×10 ⁵ (kgf/cm ²)
					非反応性	反応性	AE剤	NaOH			
N	50	178	356	764	964	0	0.03	0	387	65.8	2.64
A	50	177	354	768	481	481	0.03	3.3	296	38.5	1.31

表-2 試験結果

鉄筋種類	鉄筋比(%)		降伏荷重[tonf]			最大荷重[tonf]			破壊形状	
	p	p'	N	A	A/N比	N	A	A/N比	N	A
S6	0.40	0	3.33	3.46	1.04	3.94	3.94	1.00	F	F
S10	0.92	0	6.05	5.96	0.99	6.16	6.46	1.05	F, SB	F
S13	1.65	0	—	—	—	6.91	9.88	1.43	SB	SC
S16	2.61	0	—	—	—	9.41	12.1	1.29	SB	SB
D6	0.40	0.40	3.38	3.75	1.11	4.12	4.48	1.09	F	F
D13	1.65	1.65	—	—	—	7.25	10.4	1.43	SB	SB

S: 単鉄筋

D: 複鉄筋

F: 曲げ破壊

SB: せん断付着破壊

SC: せん断圧縮破壊

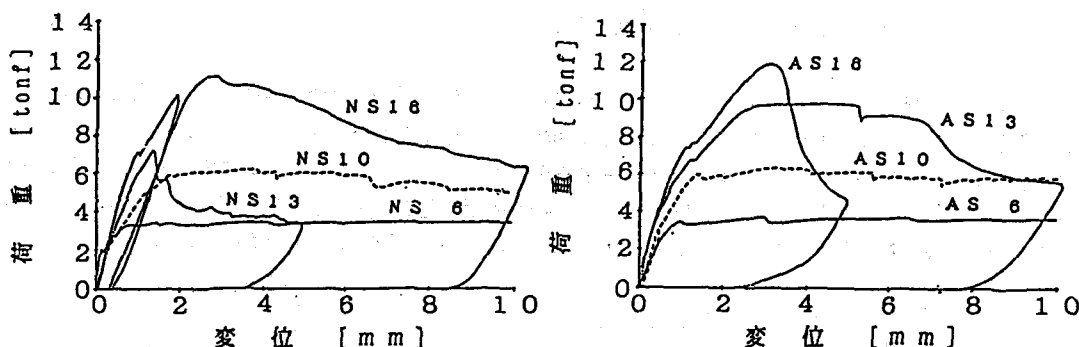


図-1 荷重-変位曲線

4. ケミカルプレストレスの長期持続性

AARを生じたRCはり、上述のように耐力が大きくなるが、ケミカルプレストレスがクリープ等により低減するならば、はりはAARによって生じたひびわれによる耐久性の低下に加えて、耐力も低下する可能性がある。これを検討する目的で、上記の結果をもとに、2種類の鉄筋比を選び、長期材令における時間の経過に伴うケミカルプレストレスの変化と、RCはりの剛性及び強度の変化を求めることにした。

供試体寸法は10×18×170cmであり、鉄筋は破壊性状の差を考慮してD10、D13の異形鉄筋を使用した。とくに、コンクリートの物性を変化させずにかつ大きなひびわれをはりに導入する目的で、添加アルカリとしてはNa₂SO₃を2.4%使用した¹⁾。なお、反応性粗骨材としては前述の試験と異なる産地の安山岩(R_c=124, S_c=180)を用いている。材令としては最大10年を予定している。

<参考文献> 1) 小柳、山本、松本:「アルカリ種別とコンクリートの諸物性について」

土木学会第45回年次学術講演会講演概要集、1990年