

大阪工業大学大学院 学生員 ○栗栖 開 学生員 浦野 剛
大阪工業大学 正 員 井上 晋 フェロー 小林 和夫 正 員 仁枝 保

1.はじめに

ASR による損傷を受けた部材が正負交番繰返し荷重を受ける場合、コンクリート負担せん断力は健全な部材に比べ著しく低下することが懸念されている。本研究では、ASR 損傷を受けた RC はり部材の正負交番荷重下でのせん断耐荷性状を健全なはりと比較・検討した。

2.実験概要

本実験で用いた RC はり部材の配筋ならびに断面を図 1 に示す。いずれの供試体もコンクリートの設計基準強度は 30N/mm^2 、主筋に上下 2-D16($f_{sy}=320\text{N/mm}^2$)、せん断補強筋には D6 端部閉合スターラップ($f_{sy}=410\text{N/mm}^2$)を用いた。また、コンクリートの種類として反応性コンクリート(NaNO_2 使用)、非反応性コンクリートの 2 種類、せん断スパン長は 550mm ($a/d=3.13$)、 450mm ($a/d=2.56$)の 2 種類、スターラップの配置間隔は ∞ (スターラップ無)、 120mm (せん断補強筋比:0.53%)の 2 種類を選定した。載荷試験時のコンクリート諸強度を表 1 に、また、作成したはり供試体の詳細を表 2 に示す。

せん断補強筋を配置したはりは降伏変位の整数倍で各 1 回繰返しを行う正負交番載荷を行い、せん断補強筋無配置のはりでは一方向載荷を行った。

3.実験結果および考察

表 2 に実験結果を、また表 3 に反応性はりに導入されたケミカルプレストレス量を示す。また、図 2 に正負交番載荷の荷重-変位曲線の包絡線を、図 3 にコンクリートおよびスターラップ負担せん断力と載荷変位の関係を示す。なお、図 3 において、反応性はりのスターラップひずみが顕著に現れていた支点から 340mm 位置($a/d=3.13$)、支点から 220mm 位置($a/d=2.56$)に着目した。また、図 3 中の土木学会コンクリート標準示方書によるコンクリート負担せん断力は部材係数ならびに材料係数を 1.0 とした値である。

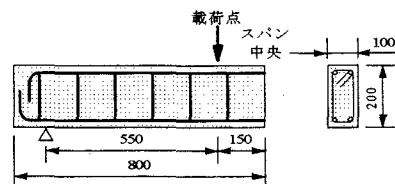


図 1 配筋・断面図 ($a/d = 3.13$ の場合)

表 1 コンクリートの諸強度

No.	圧縮強度 f_c (N/mm 2)	引張強度 f_t (N/mm 2)	曲げ強度 f_b (N/mm 2)	弾性係数 E_c ($\times 10^4 \text{N/mm}^2$)
R-1-	29.5	1.44	2.81	1.77
R-2-	30.2	1.34	2.43	2.15
N-1-	46.2	4.12	5.09	3.01
N-2-	46.5	3.84	5.22	3.17

表 3 導入ケミカルプレストレス量

No.	導入ケミカルプレストレス	
	上縁 σ_u (N/mm 2)	下縁 σ_l (N/mm 2)
R-1-00	6.34	3.67
R-1-12	2.83	5.55
R-2-00	5.63	6.24
R-2-12	8.90	4.03

表 2 供試体の詳細と実験結果

No.	コンクリート 種類	a/d	せん断補強 筋配置間隔 s (mm)	曲げ 破壊荷重 P_f (kN)	せん断 破壊荷重 P_s (kN)	理論上 破壊形式	最大 荷重 P_u (kN)	正負交番 載荷時の 終局変位	破壊形式
R-1-00	反応性 (NaNO_2)	3.13	∞	74.0	53.5	せん断	88.2	—	曲げ
R-1-12			120	74.1	91.5	曲げ	89.8	$-7\delta_u$	曲げ降伏後せん断
R-2-00		2.56	∞	90.5	61.6	せん断	108.0	—	斜め引張
R-2-12			120	90.6	84.0	せん断	76.0	$+7\delta_u$	曲げ降伏後せん断
N-1-00	非反応性	3.13	∞	75.7	51.2	せん断	59.3	—	斜め引張
N-1-12			120	75.7	116.0	曲げ	92.3	$-8\delta_u$	曲げ
N-2-00		2.56	∞	92.6	51.3	せん断	58.8	—	斜め引張
N-2-12			120	92.6	116.1	曲げ	112.6	$-8\delta_u$	曲げ降伏後せん断

表2より、せん断補強筋無配置の場合、非反応性はりがすべて斜め引張破壊したのに対し、反応性はりではケミカルプレストレスの導入により R-1-00 では破壊モードがせん断から曲げに変わり、また最終的に斜め引張破壊した R-2-00 でも対応する非反応性はりよりせん断耐力が向上した。これに対し、正負交番載荷下ではいずれも曲げ降伏後にせん断破壊したが、表2および図2に示されるように、反応性はり R-1-12 ならび

に R-2-12 は対応する非反応性はりより終局時の変位が $1\delta_y$ 程度小さくなる傾向がみられた。

図3から、反応性はりのコンクリート負担せん断力は $4\delta_y$ まではほぼ一定であり、 $5\delta_y$ から低下しはじめるのに対し、非反応性はりでは $3\delta_y$ 程度の変位から低下が生じはじめている。また、反応性はりではコンクリートが負担するせん断力およびその割合が非反応性に比べてかなり大きいことがわかる。しかしながら、 $1\delta_y$ 時でのコンクリート負担せん断力に対する終局時のコンクリート負担せん断力の低下率は、反応性はりで平均65%であるのに対し、非反応性はりでは平均60%と反応性はりの方が大きくなった。このことから判断すると、ケミカルプレストレスの効果が $5\delta_y$ 以降急激に消滅し、反応性はりでは既に生じている膨張ひび割れの存在より大変形時にコンクリートが有効に拘束されず、コンクリート負担せん断力が急激に低下したものと思われる。また、コンクリート標準示方書によるコンクリート負担せん断力と実測値を比較した場合、いずれの場合もほぼ安全側の値を与えているものの、最終的な低下率はじん性率算定の際に示されている50%という値よりも若干大きくなった。

5.まとめ

反応性はりではケミカルプレストレスの効果によりコンクリート負担せん断力は非反応性に比べてかなり増加するものの、正負交番繰返し載荷下では、 $5\delta_y$ から終局に至る段階でケミカルプレストレスの効果が消失し、その後は既存の膨張ひび割れの影響によりコンクリート負担せん断力の低下率が大きくなって、最終的に非反応性はりよりも若干小さい変位でせん断破壊を生じる傾向がある。したがって、ASR 膨張を生じた部材が過大な繰返し変形を受ける場合、コンクリート負担せん断力の低下に対する注意が必要であると考えられる。

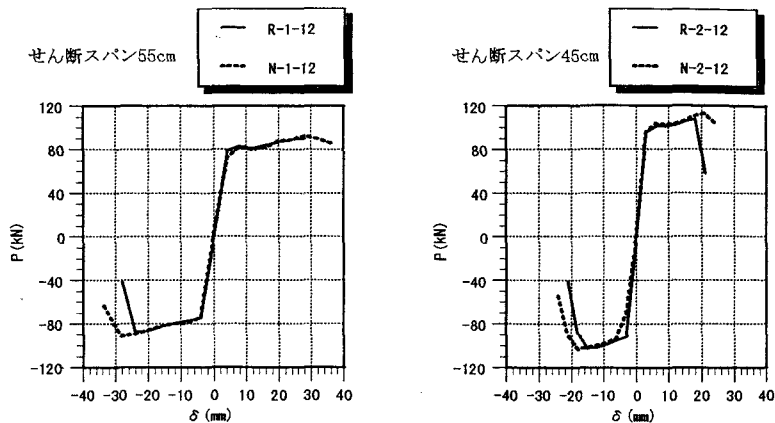


図2 荷重-変位包絡線

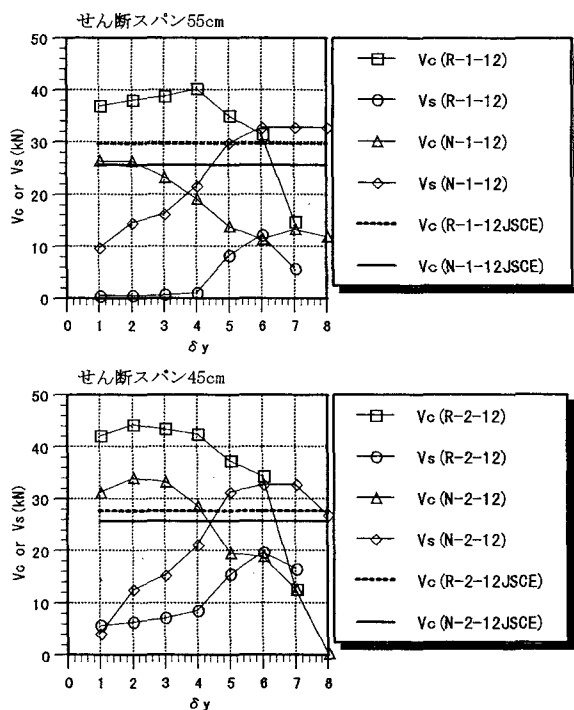


図3 コンクリート・スラップ・ジョイント・荷重変位関係