

東北大学 正員 狩野誠一郎
建設省 正員 太田 実
東北大学 正員 石田博樹

1. まえがき

重ね継ぎは、鉄筋周囲のコンクリートの付着力だけで鉄筋の応力を伝達しようとするものであり、施工が簡単であること、検査が容易であることより広く用いられている。しかし、地震時におけるように、高応力の繰り返し荷重を受けた場合、鉄筋周囲のコンクリートの劣化により重ね継ぎの耐力が低下すること、また重ね継ぎ部では縫ひびわれの発生によって割裂付着破壊を生じやすく、その破壊が極めてぜい性的であることも懸念される。

そこで本試験では、軸方向鉄筋に D22、D32 および D51 を用いた両引き供試体で、軸方向鉄筋が最小の間隔で配置されている時、軸方向鉄筋に高応力の繰り返し荷重を受けた場合、破壊耐力、鉄筋の応力、コンクリート中の鉄筋の相対変位、ひびわれ等について測定調査を行ない、重ね継ぎ部の劣化状況を把握するとともに、耐震性のある重ね継ぎ部の補強方法を見出そうとするものである。

2. 試験方法

1). 設計要旨

・供試体内の応力性状をできるだけ実構造物に近い状態にするため、供試体形状は図-1に示す様に橋脚の一部を切り取る様な形状とした。

・軸方向鉄筋の間隔は、重ね継ぎ部が相互に影響を強くうける様に、学会示方書による最小間隔とした。

・供試体は、軸方向鉄筋径に D22、D32、D51 を用いた両引き試験体とし、軸方向鉄筋本数を1本、2本、4本、8本と変化させた。また、横方向補強鉄筋においても、軸方向鉄筋径に応じて変化させた。

・重ね継ぎ長さは鉄筋径の30倍とし、比較のために、20倍のものについても行った。

2). 供試体の種類

供試体は、表-1に示す10種類10体である。供試体形状寸法は図-2に示す。(供試体 No. 3 の場合)

表-1 供試体の種類

供試体 番号	軸方向 鉄筋	本数	継ぎ長さ	横方向補強鉄筋
1	D22	1本	30φ(660)	4 [#] -φ6 @ 200
2	"	2	"	"
3	"	4	"	"
4	"	8	"	"
5	"	2	20φ(440)	4-φ6 @ 130
6	"	8	"	"
7	"	2	30φ(660)	4-D10 @ 200
8	"	8	"	"
9	D32	2	30φ(960)	4-φ9 @ 300
10	D51	2	30φ(1530)	4-D13 @ 490

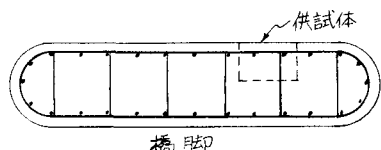
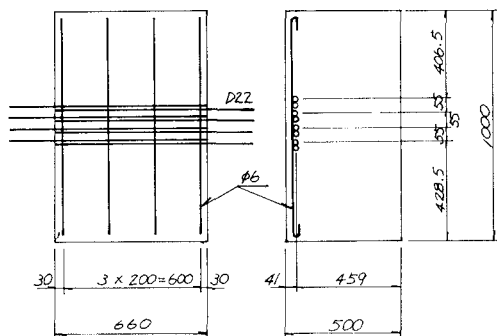


図-1 供試体モデル



(単位: mm)

図-2 供試体形状寸法
(No. 3 の場合)

3). 使用材料

○コンクリート

コンクリートは強度 210 kg/cm^2 を目標とし、その配合を表-2に示す。なお、供試体載荷試験時のコンクリートの強度は平均 242 kg/cm^2 であった。

○鉄筋

軸方向主鉄筋：D22、D32、D51 (SD35)

横方向補強鉄筋： $\phi 6$ 、 $\phi 9$ 、D10、D13

W/C (%)	S/A (%)	W (kg/m^3)	C (kg/m^3)	S (kg/m^3)	G (kg/m^3)		ポリリス No.5L (kg/m^3)
					13~20	5~13	
70	55	154.5	220	1085	562	351	0.55

(早強セメント、砕石使用)

降伏点応力度 (σ_{sy}) : 3500 kg/cm^2 (JIS規格値)

許容引張応力度 (σ_{sa}) : 2000 kg/cm^2 (")

4). 載荷方法

載荷は、両引き試験機を用いて載荷し、供試体自重はコロのついた台を用いて支持した。なお、載荷時、軸方向鉄筋は継手部で偏心による曲げを受けるが、供試体前面のひびわれに影響がないように、供試体が上下に傾くのを防ぐため、供試体の上下にコロを挿入して、供試体が回転しないように押さえるとともに、かつ移動できるようにした。荷重はロードセルにより測定し、軸方向鉄筋が降伏するまでは、荷重制御により鉄筋応力 3500 kg/cm^2 (JIS規格値) で10回くり返した後、鉄筋降伏後は、コンクリート中に埋め込まれた部分の鉄筋の相対変位 ($\delta_o = 2 \text{ mm}$) による変位制御により載荷した。

3. 試験結果および考察

各供試体の破壊直前における諸元を表-3に示す。

表-3 破壊直前における諸元一覧表

供試体番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
軸方向鉄筋	D22-1*	D22-2	D22-4	D22-8	D22-2	D22-8	D22-2	D22-8	D32-2	D51-2
継手長さ	30 ϕ	30 ϕ	30 ϕ	30 ϕ	20 ϕ	20 ϕ	30 ϕ	30 ϕ	30 ϕ	30 ϕ
横方向鉄筋	$\phi 6$ -4*	$\phi 6$ -4	$\phi 6$ -4	$\phi 6$ -4	$\phi 6$ -4	$\phi 6$ -4	D10-4	D10-4	$\phi 9$ -4	D13-4
最大荷重(鉄筋本)	18.4 t	15.3	15	8.75	9	7.5	15.5	11.8	28	81.5
最大変位量	20 mm以上	7.72	5.77	—	3.1	0.4	5.7	—	2.2	13
最大計算鉄筋応力度	4753 kg/cm^2	3952	3875	2260	2325	1937	4004	3048	3526	4021
最大付着応力度	398 kg/cm^2	33.1	32.5	18.9	29.2	24.3	33.5	25.5	29.2	33.3
摘 要	鉄筋の相対変位20 mmになった後も鉄筋は抜け出さない	変位制御6回後、7回目載荷中、急激に鉄筋が抜け出して破壊	変位制御3回後、4回目載荷中、急激に鉄筋が抜け出して破壊	処女荷重70%載荷中、急激に鉄筋が抜け出して破壊	処女荷重18%載荷中、ひびわれ幅測定中、急激に鉄筋が抜け出して破壊	処女荷重60%載荷中、急激に鉄筋が抜け出して破壊	変位制御5回目の相対変位2 mmの直前に急激に鉄筋が抜け出して破壊	荷重制御94.4 tのくり返し3回目直前に急激に鉄筋が抜け出して破壊	荷重制御47 t、10回くり返し終3後、処女荷重56 tにて鉄筋が抜け出して破壊	変位制御10回くり返し後、処女荷重163 tにて破壊

試験結果より、No.1のように軸方向鉄筋1本の場合には、鉄筋の相対変位量20 mmになった後も鉄筋は抜け出さず、高応力度のくり返し荷重に対してきわめてじん性が大きく、継手長さが30 ϕ あり、しかも横方向鉄筋量が軸方向鉄筋1本あたりの30% ($4-\phi 6 = 1.12 \text{ cm}^2$) 程度の補強で十分であると思われる。軸方向鉄筋本数が多くなると、明らかに耐力の低下がみられ、特に継手長さ20 ϕ のものや鉄筋本数8本の供試体は、荷重の増加とともにコンクリート内の鉄筋応力が増大し、コンクリートに作用する割裂力が大きくなり、耐力も低下して破壊はぜい性的になっている。このような供試体は、継手部全長において鉄筋の引張力を伝達するだけの付着力はないように思われる。すなわち、継手長さ20 ϕ では十分な継手長さとはいえないし、鉄筋本数がふえた場合には、それに応じて補強鉄筋量も大きくしなければならぬように思われる。