

I - 181

重ね継手を有するスターラップにより補強された梁のせん断試験

大成建設 土木設計1部 正会員 梅津 芳樹
 大成建設 技術研究所 正会員 大友 健
 大成建設 土木設計1部 正会員 堀口 政一

1. はじめに 昨今の構造物の大型化に伴って、帯鉄筋やスターラップに重ね継手を使用する事例が増えている。しかしながら、重ね継手を使用したスターラップのせん断補強耐力については、現状では不明な点が多く、設計および施工上の問題となっている。そこで、本実験では、スターラップに関して、軸方向筋を取り囲む配置の梁と重ね継手によって閉合した梁の変形性や終局耐力を評価した。

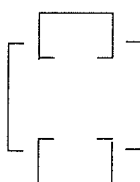
2. 実験概要 図-1に試験体形状寸法を示す。断面形状は、中空の箱型断面の橋脚を模擬した。せん断破壊を先行して起こるようにすることおよび棒部材のせん断耐力式との整合性、さらに必要となる試験体規模等を考慮して、 a/d を3.5とした。スターラップの形状は、CASE1では閉じた1本ものとし、CASE2では直鉄筋2本と曲げ鉄筋2本を重ね継手で組み合わせたものとした。継手長は、両端に直角フックを用いることを考慮して 30ϕ とした。

載荷方法は、2点載荷の曲げ加力とし、①曲げひび割れ発生時で繰返した後、②スターラップの応力が計算上規格降伏点の60%に相当する荷重（許容応力度、 $\sigma_s=1800\text{kgf/cm}^2(0.6\sigma_y)$ ）、③スターラップの規格降伏点(σ_y)、④実降伏時の荷重(δy)〔荷重とたわみの変形量曲線の変曲点位置と図-1に示すスターラップの平均ひずみより推察した〕、⑤実降伏時変形の2倍の変形($2\delta y$)時の荷重で各5回ずつ繰返し荷重を行い、最終的に破壊まで載荷した。載荷荷重は、表-1に示す材料特性よりコンクリート標準示方書に準じ算定した。CASE2は、CASE1と同じ荷重で繰返し載荷し、両者の差が比較できるようにした。終局耐力、曲げ剛性、残留たわみ変形量から静的耐力性能を評価するとともに、スターラップのひずみを計測することにより継手部の応力状態を評価した。図-1に主鉄筋、スターラップのひずみ測定位置、変位計の設置位置を示す。

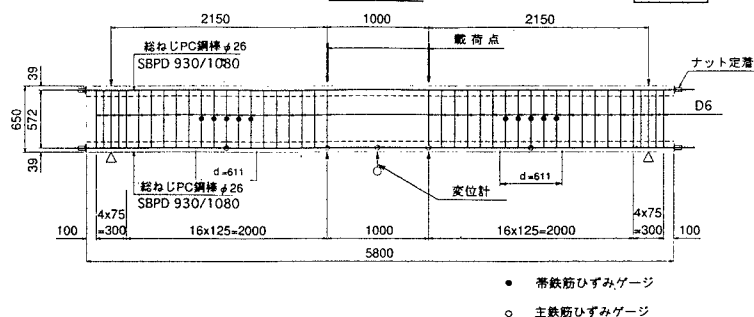
表-1 使用材料の特性

	降伏点強度 (kgf/cm^2)	引張強さ (kgf/cm^2)	ヤング率 (kgf/cm^2)	降伏点ひずみ ($\times 10^{-6}$)
鉄筋(帯鉄筋) D6	3700	5120	$1.86\text{E}+06$	1989
総ねじPC鋼棒(主鉄筋) $\phi 26$	10700	12300	$2.03\text{E}+06$	5271
コンクリート	圧縮強度 (kgf/cm^2)	引張強度 (kgf/cm^2)	ヤング率 (kgf/cm^2)	-
	231	24.6	$2.93\text{E}+05$	-

鉄筋形状



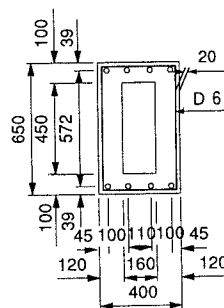
試体断面図



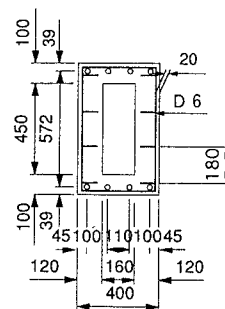
- 帯鉄筋ひずみゲージ
- 主鉄筋ひずみゲージ

図-1 試験体形状寸法

CASE1 標準配筋



CASE2 新配筋



3. 実験結果と考察 実験結果を表-2に示す。ここで、繰返し載荷時変形増分は、繰返し載荷の1回目と5回目のたわみ変形量の増分を示す。表には増分量とその増分量のたわみ変形量に対する比率を示した。破壊にいたるまでの荷重と試験体スパン中央のたわみ変形量の関係を図-2に示す。

CASE1とCASE2は、規格降伏点時までは、同じ変形を示す。荷重10t～12t程度で曲げひび割れが生じ、その後35t程度までは、荷重増加に対する変形量の変化は一定である。重ね継手のスターラップであるCASE2は、規格降伏点時を過ぎても、荷重-変形曲線の傾きが一定だが、CASE1の場合規格降伏点以降は傾きが大きくなり、2 δy 付近の63t程度で破壊に至った。CASE2は2 δy 時の荷重で繰返し後も変形は大きくならず、80t程度で破壊に至った。したがって、終局耐力は、重ね継手のスターラップを使用したCASE2のほうが15tほど大きい。曲げひび割れはスパン中央に発生し、せん断ひび割れは、CASE1、CASE2とも載荷点と支点の中間部に多く発生した。

最終的な破壊は、CASE1ではせん断ひび割れがフランジ上部まで進行して載荷点近傍のコンクリート圧壊によって急激に生じた。一方、CASE2ではせん断ひび割れがフランジ下まで進行するが、フランジ上部までのひびわれの進行は見られず、終局時に近づくにつれてスターラップの重ね継手部分のひび割れ幅が大きくなり破壊に至った。圧縮縁が破壊しなかったのは、重ね継手によりフランジ付近の鉄筋量が圧壊に対して補強されたためであると考えられる。

また、図-3より、CASE1、CASE2とも荷重の変化による主鉄筋の平均ひずみの増加の程度は一定であり、規格降伏時の前後でも傾きは変わらない。そして、大きくたわみ変形に差が生じた規格降伏点時以降でも、CASE1、CASE2とも主鉄筋の負担する応力は、同じである。

さらに、図-4は、ひび割れが多く発生した載荷点と支点の中間地点での有効長61cm区間での左右計10本のスターラップの平均ひずみを示したものである。規格降伏点時での繰返し載荷によってCASE1のひずみは増加している。その結果、CASE1では、スターラップの降伏点荷重以降のせん断変形が大きくなり、この差が図-2で示した変形の差になっていると考えられる。

4. まとめ 本実験の結果、試験体が2本と少ないが、重ね継手で閉合したせん断補強筋を有する梁は、1本もののせん断補強筋を有する梁に比べて、剛性が大きく、十分なせん断耐力を有することが確認された。今後の課題として、地震の挙動を考慮して振幅を加えた載荷方法、さらに軸力の作用を考慮した実験を考える必要がある。

参考文献

- 1)土木学会：コンクリート標準示方書(設計編)、平成3年
- 2)土木学会：鉄筋継手指針(案)、1982年

表-2 実験結果一覧表

		CASE1	CASE2
① ひびわれ発生時 (梁全体の挙動から推定)	荷重(tf)	11.0	
	変形量(mm)	1.50	1.60
② 規格降伏点 60%時 (0.60 σ_{sy})	荷重(tf)	28.2	
	変形量(mm)	8.36	7.74
	繰返し後残変形量(mm)	1.90	1.74
	繰返し増分(mm)	0.62	0.43
	増分比率	0.074	0.056
③ 規格降伏点 (σ_{sy})	荷重(tf)	34.6	
	変形量(mm)	10.48	10.29
	繰返し後残変形量(mm)	2.42	2.08
	繰返し増分(mm)	0.59	0.46
	増分比率	0.056	0.044
④ 実降伏時 (δy)	荷重(tf)	43.0	
	変形量(mm)	14.31	13.54
	繰返し後残変形量(mm)	3.41	2.69
	繰返し増分(mm)	0.83	0.70
	増分比率	0.058	0.052
⑤ 実降伏時の 2倍の変位(2 δy) (CASE1は繰返し後 が2回目で破壊した)	荷重(tf)	63.6	
	変形量(mm)	28.70	23.51
	繰返し後残変形量(mm)	-	5.84
	繰返し増分(mm)	-	1.76
	増分比率	-	0.075
⑥ 終局時	荷重(tf)	62.8	80.4
	変形量(mm)	32.40	35.53
	破壊モード	圧壊	鉄筋付量

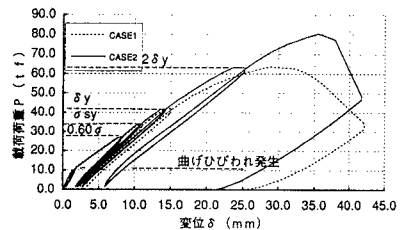


図-2 荷重とたわみの変形量
(スパン中央位置)

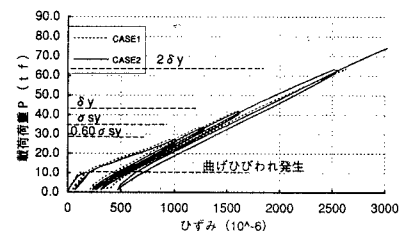


図-3 荷重と主鉄筋のひずみの関係
(5点の平均値)

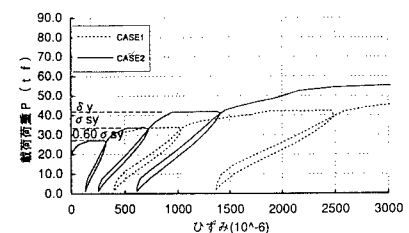


図-4 荷重とスターラップのひずみの関係
(10点の平均値)