

CS - 78

縞鋼板を用いたSC構造梁の曲げ耐荷特性

NKK 正会員 長山 秀昭 正会員 納見 昭広
NKK 正会員 伊藤 壮一 正会員 島岡 久寿

1. はじめに

鉄筋コンクリート(RC)の高強度化や施工の省力化を目的として、鋼材を鉄筋代替として使用する鋼板コンクリート(SC)構造について検討している(図1参照)。今回、突起高さ2.5mmを有する縞鋼板を用いたSC構造梁を製作して曲げ載荷試験により強度特性およびひびわれ性状を検討したので、その結果について報告する。

2. 試験方法

図2に試験体の形状寸法を示す。SC構造3体およびRC構造1体の計4体である。SC構造については鋼材とコンクリートの付着の程度が曲げ耐荷力や変形およびひびわれ性状に与える影響を比較する目的で、平鋼板(TYPE1)、片面縞鋼板(TYPE2)および両面縞鋼板(TYPE3)の3種類とした。鋼材は板厚6mmでRC構造試験体(TYPE4)の引張主鉄筋量とほぼ等しくなるように設定した。

試験体の製作にあたって、SC構造梁については梁の側面方向からコンクリートを打設しブリージングの影響をなくしている。使用材料の特性値を表1に示す。鋼材はSS400、SD30、コンクリートは粗骨材最大寸法10mmとし早強セメントを使用した。

曲げ載荷試験は、両端をスパン2500mmで単純支持し、中央に間隔900mmで2点集中荷重を加える方法とした。各荷重段階で、変位、鋼材ひずみ、ひびわれ幅を計測した。ひびわれ幅の計測は試験体底面に100mm間隔で取りつけたパイ型変位計により行った。

3. 試験結果

(1) 強度特性

表2に曲げ載荷試験結果の一覧を示す。SC構造梁の許容曲げ荷重および終局曲げ荷重の実験値はいずれも鉄筋換算してRC理論で求めた計算値と比較的良好一致している。但しTYPE3については実験値が計算値を4割程度上回る結果となっている。

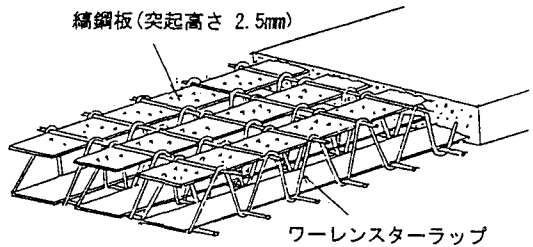


図1 SC構造の一例

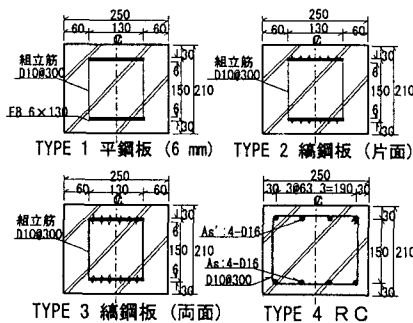


図2 試験体の形状寸法

表1 使用材料の特性値
(単位 kgf/cm²)

		焼付点	引張強さ	ヤング率
平鋼板 (t=6.0mm)	SS400	3080	4300	2.17×10^6
縞鋼板 (t=6.0mm)	SS400	3080	4310	2.09×10^6
鉄筋 (D16)	SD30	3880	5600	2.12×10^6

	圧縮強度	引張強度	ヤング率
コンクリート	254	28.3	2.16×10 ⁴

表2 SC構造梁の曲げ載荷試験

TYPE	鋼材量 As=As' (cm ²)	Pt *1)	曲げ荷重 (実験値)		曲げ荷重 (計算値)			
			ePa *2) (t)	ePu (t)	cPa *3) (t)	ePa/cPa (t)	cPu *4) (t)	ePu/cPu
1	7.800	0.0173	5.48	13.0	5.11	1.07	12.18	1.07
2			4.94	15.6		0.97		1.28
3			7.12	17.0		1.39		1.40
4	7.944	0.0177	5.52	16.8	5.36	1.03	15.90	1.06

*1) $Pt = \frac{As}{Bd}$ *2) ePa: 鋼材が許容ひずみ (667 μ) に達したときの曲げ荷重

*3) $cPa = \frac{7}{l} Ma$ l: 支間 (=2.1m) Ma: 許容曲げモーメント ($\sigma_{sa}=1400\text{kgf/cm}^2$)

*4) $cPu = \frac{7}{l} Mu$ l: 支間 (=2.1m) Mu: 終局曲げモーメント ($\sigma_{ck}=254\text{kgf/cm}^2$)

SS400: $\sigma_{sy}=3080\text{kgf/cm}^2$, SD30: $\sigma_{sy}=3880\text{kgf/cm}^2$

図3にスパン中央断面の荷重と変位の関係を示す。許容荷重レベル付近の荷重～変位の傾き（曲げ剛性）を見ると、TYPE1<TYPE2<TYPE3の順となっており、突起の存在により剛性が増加する傾向が認められる。TYPE3の荷重～変位曲線は、RC（TYPE4）とほぼ同じ経路を示していることから、縞鋼板（両面）を用いたSC梁は鋼とコンクリートの一体性が確保されていると考えられる。

（2）ひびわれ状況

図4にTYPE1、TYPE3およびTYPE4の終局状態のひびわれ状況を示す。SCおよびRCともに曲げひびわれが荷重の増加とともに発生し、最終的にはスパン中央付近のコンクリート圧縮縁で曲げ圧縮破壊した。SC構造のTYPE1とTYPE3を比較すると、TYPE3はTYPE1より明かにひびわれ分散性が向上している。RC（TYPE4）と比較すると、SCはRCよりややひびわれ間隔が大きくなる傾向がある。

そこで、引張側鋼材がほぼ許容応力度 $\sigma_{st}=1400\text{kgf/cm}^2$ （計算値）に達するときの純曲げ区間のひびわれ状況を表3に示した。

平鋼板（TYPE1）の場合は、ひびわれ本数が少なくひびわれが局部的に集中してひびわれ幅も大きくなる。これに対して縞鋼板（TYPE2、TYPE3）を用いた場合には、RC（TYPE4）のひびわれ性状に近づき鋼板表面の突起によって付着性状が改善されひびわれ分散が良好となる。最大ひびわれ幅と平均ひびわれ幅の比は、平鋼板の場合1.80、縞鋼板で1.28～1.33、RCでは1.28となり、縞鋼板はRCと同等の小さなバラツキとなっている。なお、RC梁の最大ひびわれ幅は土木学会式¹⁾による計算値と比較的よく合っている。

4. おわりに

今回の実験によって、SC梁の曲げ耐荷特性に関して2.5mmの突起を有する縞鋼板の利用によりRC梁と同じ考え方を適用できることが分かった。ひびわれ分散については、鋼材とコンクリートの付着力とひびわれ間隔、ひびわれ幅、さらにはひびわれの抑制方法など今後さらに詳細に検討を行っていく予定である。

<参考文献>

1) コンクリート標準示方書（平成3年版）設計編、土木学会

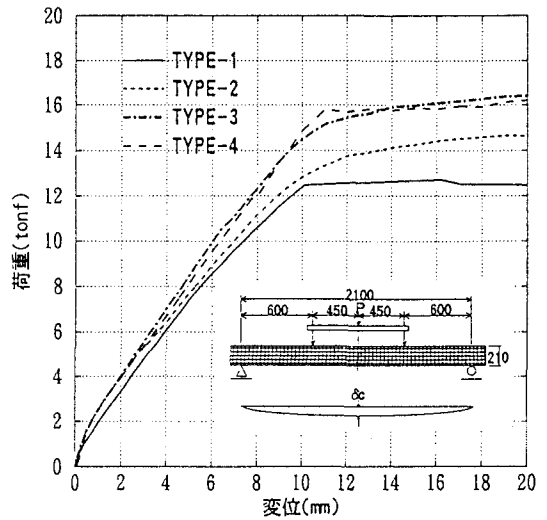


図3 合成構造梁曲げ載荷試験 (TYPE 1～TYPE 4)

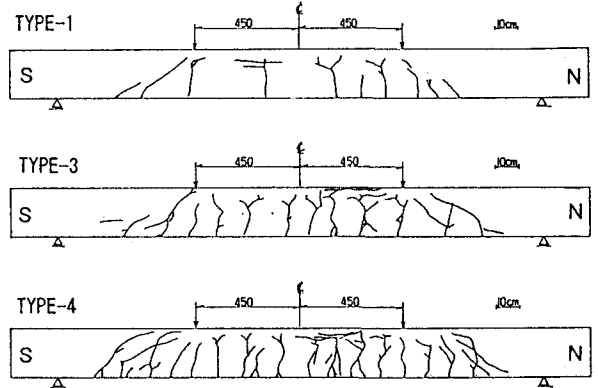


図4 ひびわれ状況

表3 $\sigma_{st}=1400\text{ kgf/cm}^2$ 荷重（計算値）時のひびわれ状況（純曲げ区間）

TYPE	梁名称	ひびわれ 本数	ひびわれ幅 (mm)		
			Wmax	Wavg	Wmax/Wavg
1	平鋼板	4	0.418	0.232	1.80
2	縞鋼板 (片面)	6	0.170	0.133	1.28
3	縞鋼板 (両面)	7	0.162	0.121	1.33
4	RC	9	0.127	0.099	1.28

備考：「土木学会」コンクリート標準示方書によるRCひびわれ幅Wの計算値。

$$W = \left(\frac{\sigma_s}{E_s} + \epsilon_{cs} \right) \times \{ 4C + 0.7(C_s - \phi) \}$$

$$= 0.124\text{mm}$$