

早稲田大学 正員 神山 一

首都高速道路公団

津野和男

加藤 紘一

1 実験目的

鉄筋コンクリート部材の現場における鉄筋組立の施工性を考慮してスターラップの形状を種々変化させ、これらを配置した部材のせん断強度を比較することを目的とする。実験内容はスターラップの使用方法および効果の実用的な評価を基本として、その効果を判断することを主眼としたもので、斜めひびわれ強度、破壊強度、ひびわれ率、鉄筋応力および破壊性状などから検討を行なっている。

2 実験概要

1) 供試体の形状と種類は図-1に示す。

2) 載荷方法は静的な二点載荷方法で

$$\frac{\text{せん断スパン}(a)}{\text{有効高}(d)} = \frac{51\text{ cm}}{36.5\text{ cm}} = 1.4 \text{ となっている。}$$

3) 材料の性質

コンクリート配合(早強ポルトランドセメント使用)

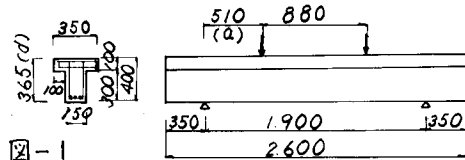
コンクリートの圧縮強度 333~379 kg/cm^2 引張強度 27.0~34.4 kg/cm^2 

図-1

記号	A	B	C	D	E	F
スターラップ形状	無補強	1	2	3	4	5
スパンmm	—	125	125	125	180	90
スターラップ比	0	0.76	0.76	1.52	1.06	1.06

粗骨材最大寸法	スパン範囲	空気量	水セメント比	粗骨材率	水量	セメント量	粗骨材量	粗骨材量	混和剤
20 mm	5±2 cm	20±1%	54%	40%	150 kg/m^3	278 kg/m^3	713 kg/m^3	1180 kg/m^3	695 g

鉄筋(SD30) D22(主鉄筋) 降伏点 34.6 kg/mm^2 引張強度 53.0 kg/mm^2 • D10(スターラップ) 降伏点 37.4 kg/mm^2 引張強度 51.9 kg/mm^2

3 斜め引張ひびわれの定義

腹部から斜上下方向に発達するひびわれ、または曲げひびわれがせん断応力の影響で $d/2$ における傾

斜角が 50° 以下になったとき。

4 実験結果

実験結果を表-1に示す。

1) ひびわれ破壊荷重について

各供試体の曲げひびわれ発生

荷重は10.0~11.0 t、斜めひび

われ発生荷重は20.0~25.0 tと

ばらついているが、ひびわれ観

察は目視であり、各供試体の材

料強度の違いや、スターラップ

のガブリガ少なく、これがひびわれ発生荷重に多少の影響を与えていることと考えると各供試体と

も大きな差違はないと思われる。破壊荷重については供試体Bと比較すると供試体D、Fは十分な補

形状	供試体数	曲げひびわれ発生荷重 $P_{bc}(t)$	斜めひびわれ発生荷重 $P_{sc}(t)$	破壊荷重 $P_u(t)$	せん断応力 τ_u	せん断応力 τ_c	斜めひびわれ発生率 τ_u/τ_c	斜めひびわれ発生位置 d_{max}	(2) ひびわれの長さ (mm)	(3) 主鉄筋のひびわれ率 $\times 10^{-6}$	(4) 主鉄筋のひびわれ率 $\times 10^{-6}$			
A	2	11.0	25.0	46.4	54.8	0.85	26.1 148.4 (7.2) (13.3)	1.85	0.140	0.163	1.38 3.87	840	0.87	0.96
B	2	10.0	20.0	57.7	54.5	1.06	21.3 60.2 (6.4) (18.1)	2.83	0.102	0.165	1.36 3.38	1000	0.61	0.74
C	2	10.5	22.0	56.0	54.5	1.03	23.0 58.5 (6.7) (16.9)	2.54	0.060	0.137	1.29 3.49	880	0.75	0.78
D	1	11.0	24.0	59.4	54.9	1.08	25.0 62.0 (6.6) (16.4)	2.48	0.065	0.110	1.45 3.47	830	0.40	0.61
E	2	10.5	23.0	56.0	54.8	1.02	24.0 58.5 (6.5) (15.8)	2.44	0.062	0.099	1.33 3.41	835	0.53	0.75
F	2	10.5	22.0	58.8	54.8	1.07	23.0 61.4 (6.3) (16.8)	2.67	0.046	0.055	1.33 3.34	795	0.52	0.73

表-1 注 () はコンクリートの圧縮強度との比 $\times 100(\%)$
 (1) 測定位置は $d/2$ 、設計荷重は26 ton ($\sigma_{ca}=11.9 \text{ kg}/\text{cm}^2, \sigma_{sa}=180 \text{ kg}/\text{cm}^2$)
 (2) 載荷重20.40 t時での値 (3) 設計荷重時の最大ひびわれ率
 (4) 設計荷重時26 tおよび40 tでのせん断スパンの主鉄筋ひびわれ率

強効果を示し、Aを除きC、Eは多少劣るが、かなりの効果を示していると思われる。

2) セン断応力度と破壊の特徴

斜めひびわれ発生時のセン断応力は各供試体とも顕著な差は認められない。強度比は試験時のコンクリートの圧縮強度を基準として各供試体間の強度を比べたものである。また斜めひびわれ発生時と破壊時のセン断応力比 γ_c は斜めひびわれ発生より破壊までの部材耐力のマージンの程度を示していると考えられる。破壊性状は供試体Aはセン断すべりまたはセン断圧縮破壊をしており、他の供試体はすべてセン断圧縮またはつり合い破壊である。

3) 斜引張ひびわれ中について

表-1中のひびわれ中はひびわれ発生直後および設計荷重作用時の斜引張ひびわれ中($d/2$ の位置)である。この中で注目される点は供試体E、Fは斜引張ひびわれ中の増大が小さく、特に分散配置の供試体Fは良好な結果が得られている。また供試体Bは余り良好でなく、供試体Dに比べて60%程度のひびわれ中で、Dはダブルスターラップの効果を示している。

4) 鉄筋のひずみについて

主鉄筋の設計荷重時の最大ひずみ度は表-1の通りである。設計荷重時の計算上のひずみ度は 857×10^{-6} であり、各供試体とも近似した値を示している。斜引張ひびわれ発生後の主鉄筋のひずみ分布および最大値におよぼすスターラップの効果は一般的に大きいと言われている。そこで斜ひびわれ発生後応力の再分配が起ったと想定される設計荷重時と40t載荷時でのセン断スパンと曲げスパン内のひずみ度比は40t載荷時で供試体Aは0.96、B、E、Fは0.75程度、Cはやゝ劣り、Dは0.61と非常に優れていると想定される。

スターラップのひずみ度も斜ひびわれが横切った後急激にひずみの増加が認められるが、ひびわれ発生位置によってその大きさが影響されるとダブルスターラップを用いていることなどから各供試体間の優劣の比較が困難である。しかし各供試体とも斜めひびわれ発生後載荷重に比例してひずみの増加がみられ50t時で供試体Dを除き降伏点応力を上まわっている。これは各形状のスターラップは付着切れを起さず、鉄筋の定着が十分とられていたと想定される。

5 結 論

本実験の範囲内では下記のことが認められるが、試験本数が少なく、また未解決の多いセン断実験ということでは定性的な判断しか得られなかった。

1) 従来慣用的に用いられているB型スターラップは鉄筋の端部定着は圧縮領域とする原則に合う標準型であるが、各種形状のスターラップと比較すると最良とは言えない。

2) C型スターラップは上記原則に反するが総合的にはB型と大きな差違はない。これは定着が十分にとられていたためと思われる。

3) E、F型も同様上記原則には合わないが、腹部中間定着の影響も現われず優れている。特に分散配置方式のF型が良好な結果を得た。

4) B型とD型とは総合的にみて大差はないが、D型は斜ひびわれ中の制御には効果的である。

最後にこの実験にあたって御協力いただいた(株)近代設計事務所、小沢コンクリート(株)の研究員の方々に感謝の意を表します。