

V-56

プレストレストコンクリートはりのせん断ひびわれに関する研究

鉄道総合技術研究所 正会員 佐藤 勉

鉄道総合技術研究所 正会員 宮本 征夫

1. はじめに

プレストレストコンクリート部材の設計では、使用状態におけるひびわれに対する検討方法として、従来から一般に、コンクリートの引張応力度で制限する方法を採ってきている。これは、プレストレストコンクリート部材のひびわれ発生を使用状態の荷重作用時には許容しないことを前提としているためである。しかし、最近では、PRC (Prestressed Reinforced Concrete) 部材のように、使用状態において、ひびわれの発生を許容するような設計が行われており、ひびわれに対する設計法の研究が今後ますます重要となると考えられる。特に、せん断ひびわれに関する研究は、曲げひびわれに関する研究に比べ既往の研究例も少ないことから、実験等による基礎的なデータを得ることが必要であると考えられる。

本研究は、プレストレストコンクリートはり15体による静的荷重試験を行い、せん断ひびわれの基礎資料を得ることを目的としたもので、ここでは主としてせん断ひびわれ発生荷重時の斜引張応力度、せん断ひびわれ幅とスターラップのひずみ、せん断ひびわれ幅の挙動等について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

試験は、矩形断面、T形断面及びI形断面の試験体15体について行っている。試験体の形状寸法及び配筋図の一例を図-1に示す。また、15体の試験体の断面形状、スターラップ量、軸方向鉄筋量、プレストレストス力等を表-1に示す。試験体に用いたPC鋼材は、一般にSBPR95/110 ϕ 32mmの丸棒を用いたが、I-3及び4は、異形棒鋼（ゲビンデスターブ ϕ 32mm）を用いている。

試験体の製作は、表-2に示す配合のコンクリートを使用し、コンクリート打込み後蒸気養生（40℃・8時間）を行ったのち散水養生を行った。プレストレスの導入は、コンクリートの圧縮強度が250Kg/cm²以上になった時点でを行い、定着後シース内にグラウトモルタルを注入している。

測定項目は、荷重荷重、鋼材のひずみ（ワイヤーストレンゲージ使用）試験体のひびわれ状況、ひびわれ幅等である。

荷重方法は、2点集中荷重とし、試験は、1tfピッチに荷重を増加させせん断ひびわれ発生後、スターラップのひずみが1000~1500 $\times 10^{-6}$ に達してから一旦除荷し、その後破壊まで荷重を増加させるものとした。ただし、スターラップのない試験体は、単調荷重とした。

また、荷重位置は、すべての試験体がせん断破壊となるように、せん断スパン桁高比（a/h）を2.7及び2.2となる位置とした。

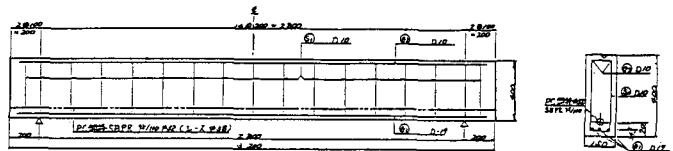


図-1 代表的な試験体の形状

表-1 試験体の諸元

試験体 No.	断面形状	上フランジ幅 下フランジ幅 (mm)	スターラップ Av (cm ² /m)	軸方向主筋筋 As (cm ²)	プレストレス Ps (ton)	PC鋼材	ケーブル形状	せん断2点の比 a/h
I-1	TYPE 2 (T形)	450 150	010 ctc 200 Ave3.6	3-019 As=8.595	20	SBPR 95/110 ϕ 32 mm	直 線	2.7
I-2	"	"	010 ctc 400 Ave1.8	"	40	"	"	2.7
I-3	TYPE 1 (矩 形)	150 150	"	2-010 As=1.327	0 シ-2 桁	ST 95/110 ϕ 32 mm	"	2.7
I-4	"	"	"	"	30	"	"	2.7
II-1	"	"	"	3-019 As=8.595	0	SBPR 95/110 ϕ 32 mm	"	2.7
II-2	"	"	"	"	10	"	"	2.7
II-3	"	"	"	"	20	"	"	2.7
II-4	"	"	"	"	30	"	"	2.7
II-5	"	"	010 ctc 200 Ave3.6	"	10	"	"	2.7
II-6	"	"	06 ctc 200 Ave1.6	"	20	"	"	2.7
II-7	"	"	010 ctc 200 Ave3.6	"	30	"	"	2.2
II-8	"	"	"	"	10	"	曲 線 R=9500 mm	2.2
II-9	"	"	06 ctc 200 Ave1.6	"	10	"	"	2.2
III-1	TYPE 3 (I形)	450 280 450	010 ctc 200 Ave3.6	3-019 As=8.595	30	SBPR 95/110 ϕ 32 mm	直 線	2.7
III-2	"	"	"	"	30	"	"	2.7

コンクリート $\sigma_{ck} = 400$ kg/cm²
 PC鋼材 SBPR 95/110 (ϕ 32 mm) , ST 95/110 (ϕ 32 mm) , シ-2 ϕ 38 mm
 鉄 筋 4212JIS/方式 (クワリ青リ)
 SD 35

3. 試験結果及び考察

3. 1 セン断ひびわれの発生応力度

15体の試験結果より、プレストレス量が増加するに従い、せん断ひびわれ発生荷重も増大している。せん断ひびわれ発生位置での斜引張応力度 σ_1 を次式により求めた結果を図-2に示す。

$$\sigma_1 = \sigma_x / 2 - 1 / 2 \sqrt{\sigma_x^2 + 4\tau^2}$$

ここに、 σ_x ：軸方向応力度、

τ ：せん断応力度

図-2より、コンクリート標準示方書¹⁾で示されているコンクリートの引張強度と比較し、ひびわれ発生時の斜引張応力度は、一部の試験体を除いて大きな値が得られている。また、せん断ひびわれの発生する位置は、プレストレス量が大きくなるに従い、支点から離れる傾向が見られてた。

3. 2 セン断ひびわれ幅の挙動

試験体Ⅱ-7及びⅡ-8におけるせん断ひびわれ幅とひびわれ近傍におけるスターラップのひずみとの関係を図-3、4に示す。

図-3より、せん断ひびわれ幅は、スターラップのひずみの増加とともに増加する傾向が見られること、及びせん断ひびわれ発生後荷重を除荷しても、ひびわれ幅とスターラップのひずみは完全には0に戻らないこと等がうかがえる。これは、せん断ひびわれに沿って、幅に相当する変位だけでなく、ずれ変位も存在するため、除荷時にひびわれが完全には閉合しないためと考えられる。²⁾

図-4についても、図-3と同様の傾向がうかがえるが、除荷後の残留ひびわれ幅が大きな結果となっている。これは、Ⅱ-7とⅡ-8試験体では、P C鋼材の形状及びプレストレス量が異なっており、プレストレスの効果による影響と考えられる。

4. おわりに

プレストレスコンクリートはりのせん断ひびわれについて、実験結果より、次の事柄がまとめられる。

- (1) せん断ひびわれ発生時の斜引張応力度は、ばらつきが大きいものの、ほぼ文献¹⁾によるコンクリートの引張強度以上となった。
- (2) せん断ひびわれは、曲げひびわれと異なり、除荷後のひびわれ幅が完全には閉合せず、これはせん断ひびわれに沿ってずれ変位も存在するためであると考えられる。

今後、せん断ひびわれの挙動を定量的に把握するため、各種要因（せん断補強鉄筋、プレストレス、断面形状等）について、さらに詳細に検討する必要があると考える。

【参考文献】

- 1)コンクリート標準示方書 土木学会 昭和61年度制定
- 2)示方書改訂資料 コンクリートライブラリー第61号 土木学会

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法	スランブ	空気量	細骨材率	単位量 (kg/m ³)				
				水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤
(mm) 15	(cm) 8±2.5	(%) 3±1	(%) 50.0	175	400	872	888	4.44

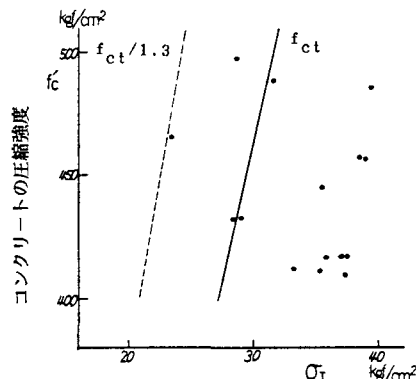


図-2 セン断ひびわれ発生荷重時のひびわれ発生位置における斜引張応力度

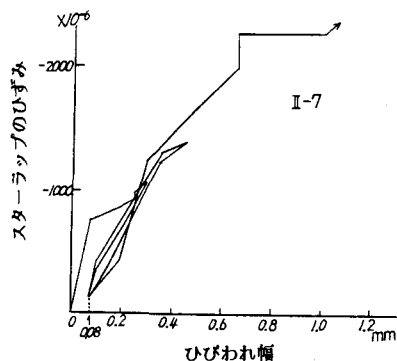


図-3 スターラップのひずみとひびわれ幅

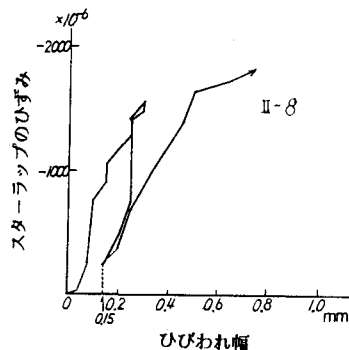


図-4 スターラップのひずみとひびわれ幅