

# 外ケーブル方式PCげたのせん断破壊実験

建設省土木研究所 正会員 伊藤 公彦 建設省土木研究所 正会員 西川 和廣  
建設省土木研究所 正会員 廣松 新

## 1. まえがき

最近の外ケーブル工法の急激な普及に伴い、設計方法や解析方法についての研究が進み、終局時の曲げ破壊性状については解明されつつある。しかしながら、外ケーブル構造の終局時のせん断耐力に関する研究はあまりなされていないのが現状である。そこで、本研究では外ケーブル工法を適用したPCげたのせん断破壊に至るまでの挙動を確認することを目的に、モデル供試体を製作し载荷実験を行った。

なお本研究は、土木研究所と(社)プレストレスト・コンクリート建設業協会との共同研究の一環である。

## 2. 実験概要

供試体は、実験因子として

- (1)内外ケーブル
- (2)ケーブル角度
- (3)スターラップの有無
- (4)プレストレスの有無
- (5)セグメント

を考慮し、合計9体を製作した。

図-1に供試体の形状寸法と配筋状態を、表-1に供試体一覧を示す。供試体は、断面をけた高 $h=1.1\text{m}$ 、ウェブ厚 $b_w=15\text{cm}$ 、上フランジ幅 $b_u=50\text{cm}$ ・厚さ $h_u=15\text{cm}$ 、上フランジ幅 $b_l=50\text{cm}$ ・厚さ $h_l=15\text{cm}$ のI状とし、けた長を $L_2=8.00\text{m}$ とした。また、各供試体ともケーブルはPC鋼より線1S21.8(SWPR7AL)を4本配置し、S7を除く各供試体のPC鋼材には初期緊張応力度として $p=850\text{N/mm}^2$ を与えた。また、引張鉄筋として下フランジにはD22を6本配置した。ここで、セグメント供試体については継ぎ目部で鉄筋は連続していない。S5、S6を除く各供試体には、スターラップとしてD10を200mm間隔で配置した。

実験は、図-1に示すように供試体を支間長 $L_1=7.0\text{m}$ で単純支持し、荷重を支間中央から左右0.5mの位置で静的に载荷する2点単調载荷方式として、供試体が曲げ破壊またはせん断破壊を起こし最大耐荷力が確認されるまで行った。

## 3. 実験結果および考察

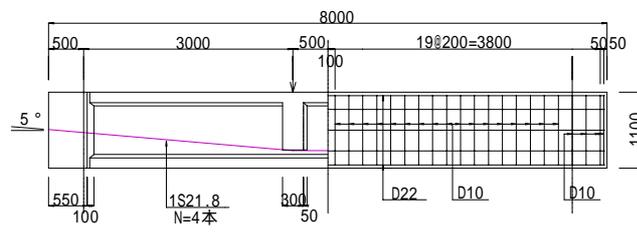
### 3.1 実験結果

表-2に各段階での荷重と支間中央変位、図-2,3に各供試体の荷重と支間中央変位の関係を示す。

#### (1) 破壊形態

S1とS3は支間中央の曲げ破壊となり、その他はすべてせん断破壊となった。

側面図



断面図

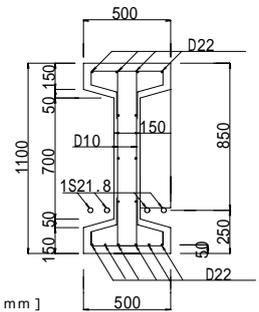


図-1 供試体形状寸法

単位 [mm]

表-1 供試体一覧

供試体	内外ケーブル		製作方法 一体セグメント	ケーブル角度		スターラップ		プレストレス		備考
	内	外		0°	5°	基準	無	PC	RC	
S1		○	○		○	○		○		基準供試体
S2	○		○		○	○		○		基準供試体、内
S3		○	○	○		○		○		ケーブル角度0°
S4	○		○	○		○		○		ケーブル角度0° 内
S5		○	○		○		○	○		スターラップ無
S6	○		○		○		○	○		スターラップ無、内
S7	○		○	○		○			○	プレストレス無
S8		○	○		○		○	○		セグメント
S9	○		○		○		○	○		セグメント、内

表-2 各段階での荷重と支間中央変位

	曲げひび割れ発生時		せん断ひび割れ発生時		引張鉄筋降伏時		コンクリート上縁ひずみ3500μ時		最大荷重時		破壊形態
	たわみ [mm]	荷重 [KN]	たわみ [mm]	荷重 [KN]	たわみ [mm]	荷重 [KN]	たわみ [mm]	荷重 [KN]	たわみ [mm]	荷重 [KN]	
S1	3.0	591	6.1	850	16.1	1262	57.3	1643	71.5	1781	曲げ破壊
S2	2.8	551	6.4	849	17.4	1350	50.3	1831	55.4	1850	せん断破壊
S3	3.1	578	5.8	806	14.6	1163	51.7	1594	51.7	1594	曲げ破壊
S4	3.1	602	6.0	849	18.4	1351	-	-	51.6	1812	せん断破壊
S5	3.1	626	7.8	950	17.6	1250	-	-	25.7	1343	せん断破壊
S6	3.2	649	5.5	850	25.4	1329	-	-	25.4	1329	せん断破壊
S7	1.1	225	3.7	349	15.8	849	-	-	63.0	1411	せん断破壊
S8	3.4	656	7.8	778	-	-	43.4	1113	87.2	1292	せん断破壊
S9	3.7	673	7.0	798	-	-	55.9	1418	107.4	1444	せん断破壊

また、セグメント供試体は継ぎ目部からせん断ひび割れが発生し、そのひび割れ部分で脆性的に破壊した。

キーワード：プレストレスト・コンクリート、外ケーブル、せん断耐力、静的载荷試験、セグメント

連絡先：〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

TEL:0298-64-4919 FAX:0298-64-0565

## (2) 荷重-支間中央変位の関係

一体型でスターラップの入っているS1とS2およびS3とS4を比較すると、引張鉄筋降伏付近まではケーブル配置の違いによる顕著な差は現れなかった。しかし、引張鉄筋降伏後は外ケーブル供試体の変位が内ケーブル供試体に比べ大きくなり履歴も異なった。最大荷重については内ケーブル供試体の方がS2で4%、S4で14%大きくなった。

また、スターラップの入っていないS5供試体とS6供試体については、破壊に至るまでケーブル配置の違いによる顕著な差は現れなかった。最大荷重についてもほぼ同等の値となった。

セグメント供試体であるS8とS9については、継ぎ目部に曲げひび割れが到達した後の履歴が異なり、最大荷重は内ケーブル供試体の方が12%大きくなった。また、最大荷重を一体型供試体であるS1およびS2と比較するとセグメント供試体の方がS8で27%、S9で22%小さくなった。

## (3) ひび割れ性状

図-4に各供試体の実験終了時におけるひび割れ状況を示す。スターラップのない供試体を除いては、内ケーブル供試体の方がひび割れ本数も多く、ウェブ全体にせん断ひび割れが広く分布した。また、内ケーブル供試体については、内ケーブルに沿った短いひび割れが発生し、試験終了時にはすべての内ケーブル供試体でP C鋼材の外側のコンクリートが剥落した。また、セグメント供試体についてはひび割れの分散性に大きな差がでた。

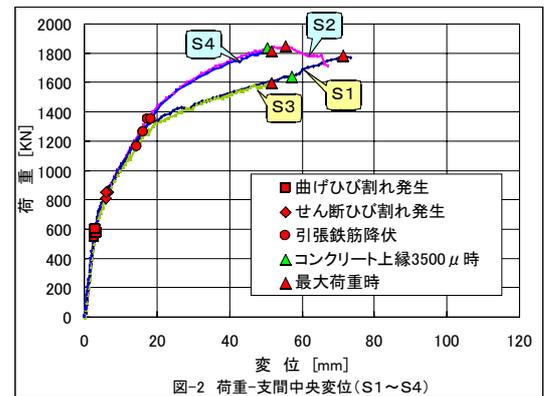


図-2 荷重-支間中央変位 (S1~S4)

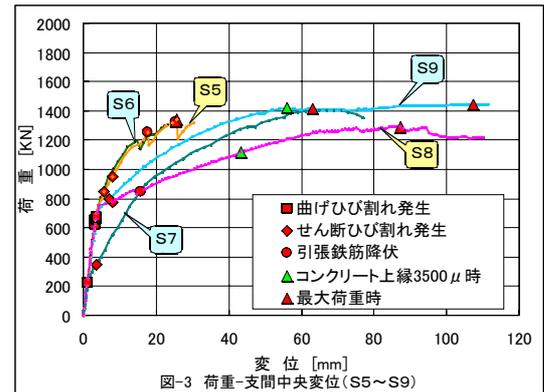


図-3 荷重-支間中央変位 (S5~S9)

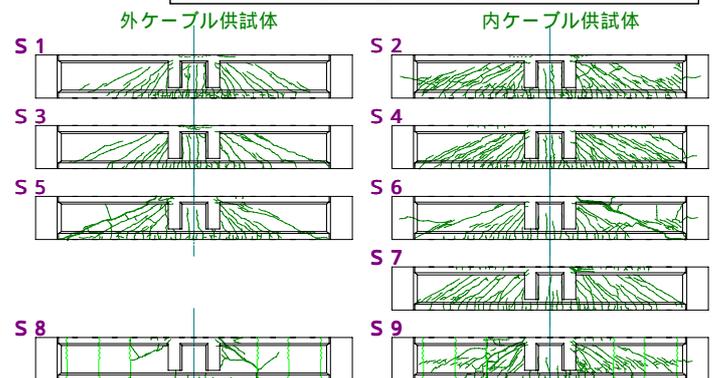


図-4 ひび割れ状況 (実験終了時)

## 3.2 考察

- (1) 一体型でスターラップの入った外ケーブル供試体S1, S3は、支間中央の曲げ破壊となった。これは、引張鉄筋降伏後、外ケーブルの張力増加が大きくなり、支点部付近のウェブの主応力が改善され、せん断ひび割れの進展を抑制したためと考えられる。
- (2) 一体型供試体の場合、せん断ひび割れ発生時点までは、ケーブルの配置の違いによって荷重-変位の関係であまり顕著な差は現れなかった。したがって、せん断ひび割れ発生時点までは外ケーブル工法にすることによる影響は小さいと考えられる。
- (3) スターラップのない供試体ではケーブル配置の違いによりせん断耐力に差が出なかった。これは、外ケーブルの張力増加が少ない段階で致命的なひび割れが発生し、そのまま破壊に至ったためと考えられる。
- (4) セグメント供試体は、一体型供試体に比べ最大荷重が低下した。これは、下フランジの鉄筋が連続していないため、ひび割れが継ぎ目に到達した時点から、引張弦材がP C鋼材のみとなり有効高が一体型に比べて小さくなったためと考えられる。
- (5) 外ケーブル供試体に比べ内ケーブル供試体の方がひび割れがウェブ全体に広く分布した。これは、内ケーブルがウェブのひび割れに対して抵抗したためと考えられる。

## 4. あとがき

本論文では、ケーブル配置の違いによる影響を中心に考察を行ったが、今後はその他のデータを整理し、既往の研究成果も参考に、せん断に関する設計法について検討していく予定である。