

高性能軽量コンクリートを用いた外ケーブルPCはり部材のせん断耐力に関する実験的研究

鹿島技術研究所 正会員 福田 一郎
 鹿島建設（株）東京支店 正会員 宇津木 一弘
 北海道開発土木研究所 正会員 池田 憲二
 国土交通省北海道開発局 正会員 三田村 浩

1. はじめに

近年のPC橋梁の長大化に伴い上部工の軽量化が望まれている。軽量化方法の1つとして、軽量コンクリートおよび外ケーブル構造の採用が考えられ、これら2つを組み合わせることでさらに軽量化が可能となる。

現在、軽量コンクリートのせん断耐力は普通コンクリートの70%で設計するのが通常であり、外ケーブル構造については、曲げの研究は進んできているが、せん断についての研究は十分でないのが現状である。

そこで、近年開発された高性能軽量コンクリートを用いた外ケーブルPCはり部材について、せん断耐力に着目した実験を実施し、外ケーブルのプレストレスによるせん断耐力の向上効果を検討した。

2. 実験概要

試験体諸元・形状寸法・計測位置・載荷点を図-1に示す。主鉄筋有効高さ(d)を300mmとし、支間長(l)を2,700mmとした。外ケーブルによるせん断耐力の向上効果を明らかにするためせん断補強筋は配置していない。コンクリートの設計基準強度は50N/mm²とした。コンクリートの仕様および各種試験結果を表-1に、実験要因を表-2に示す。No.1は外ケーブルを有しないRC試験体である。No.2, No.3については、No.1のRC試験体と同じ配筋とし、載荷位置にデビエータを設けて外ケーブルは直線配置とした。プレストレス導入量をNo.2は2.1N/mm²、No.3は2倍の4.2N/mm²とし、プレストレス導入量の違いがせん断耐力の向上効果に与える影響を確認した。緊張時のケーブル張力はどちらも0.4Pu(Pu:ケーブルの引張強さ)となるように、No.2はSWPR7Aφ9.3を2本、No.3はSWPR7Aφ12.4を2本配置した。載荷方法は油圧ジャッキによる静的2点載荷とし、せん断スパン-主筋有効高さ比(a/d)が3.0となるようせん断スパン(a)を900mmとした。

表-1 コンクリートの仕様および試験結果

項目	仕様	試験結果
圧縮強度 (N/mm ²)	50	57.2
ヤング係 (kN/mm ²)	19.0	21.7
スランプフロー (mm)	550±50	550×545
空気量 (%)	7±1.5	7.4
単位容積質量 (kg/m ³)	1,850	1,800

表-2 実験要因

試験体 No.	構造形式	プレストレス 導入量 (N/mm ²)	ケーブル 総断面積 (mm ²)
No.1	RC	—	—
No.2	外ケーブル	2.1	103.2
No.3	外ケーブル	4.2	185.8

3. 実験結果および考察

表-3に各試験体の実験結果を示す。表-3には、土木学会コンクリート標準示方書（以下、示方書）で規定されている算定式を用いて計算したせん断耐力に対する斜めひび割れ発生荷重および破壊荷重の比率を併記した。図-2に終局時のひび割れ性状を示す。全ての試験体でスパン中央付近に曲げひび割れが

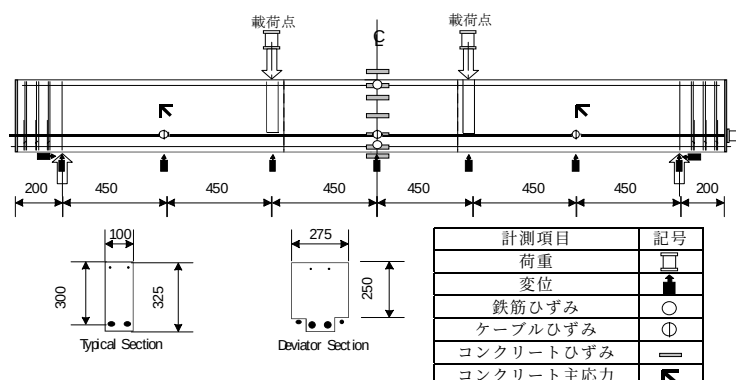


図-1 試験体諸元・計測項目・計測位置・載荷点 (単位:mm)

キーワード：外ケーブル、軽量コンクリート、せん断耐力、プレストレストコンクリート

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 TEL：0424-89-7071 FAX：0424-89-7073

表-3 実験結果

試験体 No.	曲げひび割れ 発生荷重(kN)	斜めひび割れ 発生荷重(kN)	破壊荷重 (kN)	緊張時ケーブル ひずみ (μ)	最大ケーブル ひずみ (μ)	初期張力 (kN)	張力増分 (kN)
No.1	23.6	50.0 (0.63)	50.0 (0.63)	—	—	—	—
No.2	47.1	82.0 (0.90)	130.0 (1.43)	3476	4,199	34.3	7.3
No.3	76.0	101.0 (1.03)	219.0 (2.24)	3978	4,979	68.5	17.9

() 内の数値は示方書の算定式に対する比率

発生した後、せん断スパン内に大きな斜めひび割れが発生した。また、主鉄筋に沿って支点から斜めひび割れまでのひび割れが見られた。プレストレスを導入していない No.1 は、斜めひび割れ発生と同時にせん断引張破壊し、プレストレスを導入した No.2、No.3 は斜めひび割れ発生後も荷重が増加し、斜めひび割れ到達点近傍の主鉄筋が降伏すると同時に載荷点近傍のコンクリートがせん断圧縮破壊した。いずれの試験体もせん断補強筋を配置していないために、脆性的に破壊した。各試験体の荷重と鉛直中央変位（以下、変位）の関係を図-3 に、ケーブル張力増分と変位の関係を図-4 に示す。図-3 から明らかなように、No.1 の試験体と他の試験体を比べると、プレストレスを導入することによって剛性が大きくなり、せん断耐力は大幅に増加している。No.2 と No.3 を比べると、プレストレス導入量を大きくすることによって、せん断耐力が増加していることがわかる。斜めひび割れ発生荷重が No.1 に比べて No.2 で 64%、No.3 で 100% 増となり大幅な耐力の増加が得られた。表-3 から、ケーブルの張力増分は No.2、No.3 の試験体でそれぞれ荷重載荷前の約 21%、26% 増となり有意な差は認められなかった。せん断耐力の計算値を実験値と比較すると、No.1 の RC 試験体では、実験値が計算値を下回っており、示方書で規定されている軽量コンクリートのせん断耐力は普通コンクリートの 70% という規定は妥当であることが確認された。これに対し、No.2、No.3 の実験値と計算値の比率はプレストレス導入量に応じて大きくなっており、外ケーブル方式の高性能軽量コンクリート PC はり部材のせん断耐力は、プレストレス導入量に応じてより改善される傾向にあることがわかった。

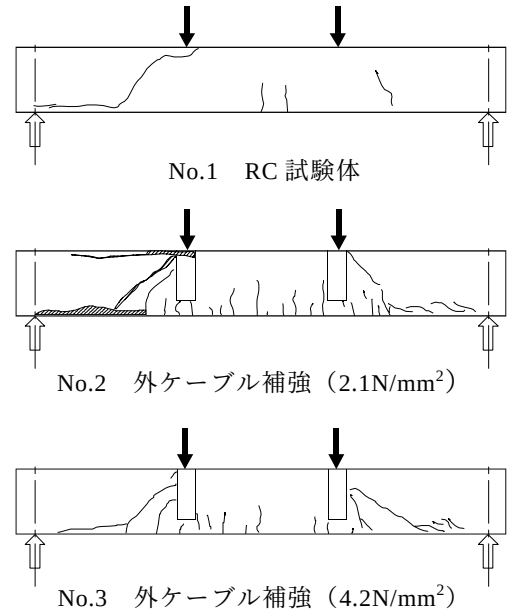


図-2 終局時のひび割れ性状

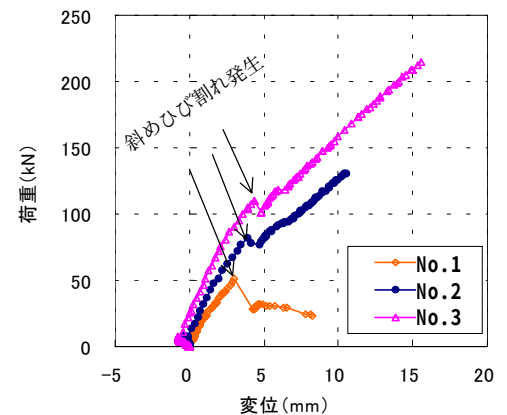


図-3 荷重-変位関係

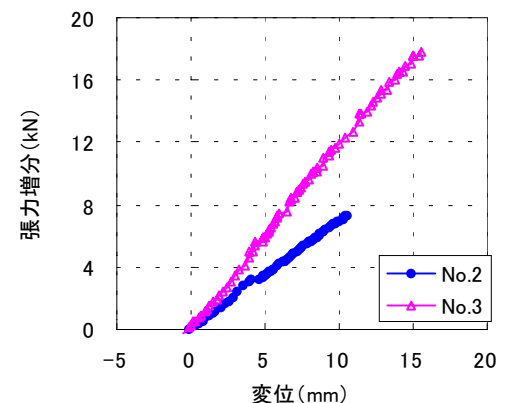


図-4 ケーブル張力増分-変位関係

4. まとめ

今回の実験から得られた知見を以下にまとめる。

- 1) 高性能軽量コンクリートを用いた RC はり部材のせん断耐力は、示方書の規定にあるように普通コンクリートに比べて低下するが、外ケーブル方式でプレストレスを導入してひび割れを制御することで大幅に増加する。
- 2) プレストレス導入量を増加することで、高性能軽量コンクリートを用いた外ケーブル方式の PC はり部材のせん断耐力はより改善される傾向にある。