

V-265 PCストランドを帯鉄筋に用いた橋脚模型の水平加力試験

大林組 技術研究所*1 正会員 田中浩一 正会員 大内 一

1. まえがき

阪神淡路大震災を契機に、大断面橋脚や断面幅と断面高さとの比の比較的大きな橋脚では中間帯鉄筋の配置が道路橋示方書の改訂に伴い義務づけられた。しかしながら、これら中間帯鉄筋の配置は施工上の煩雑さにつながることを懸念される。

この鉄筋加工や施工手間を省略させるため、帯鉄筋の代わりにPCストランドを外周のみに連続スパイラル状に巻き付けた工法を考案し、その橋脚模型の繰返し水平加力試験を行ない同じ横拘束筋量での通常帯鉄筋を用いた場合と本工法による場合との靱性能比較や、PCストランド量の靱性能に及ぼす影響について検討した。

2. 実験結果概要

試験体 試験体の側面図、断面配筋図およびパラメータをそれぞれ図-1、図-2および表-1に示す。いずれの試験体も断面高さ h と断面高さとの比 (B/D) を2:1とした橋脚模型であり、弱軸方向の加力とした。主鉄筋量はいずれの試験体も実橋脚を考慮して $\rho_t = A_t / (BD) = 0.97\%$ とした。パラメータである横拘束筋量は、柱基部より $2D$ (D :断面高さ)の範囲にのみ変化させ、

それより上方はいずれの試験体もすべて通常鉄筋 ($\rho_w = 0.18\%$ 、中間帯鉄筋なし)を配置した。試験体No.2~No.4の換算帯筋量 ρ_w^{eq} は同一径のPCストランドを用いて、巻付け間隔を100、50、30mmと変化させて調節した。

載荷方法 セン断スパン比 $a/D = 4.0$ として水平加力試験を行った。載荷のサイクルは、正荷重時に最外縁主鉄筋のひずみが材料試験結果に基づいた降伏ひずみに達したときの変位を δ_y とし、その整数倍の変位振幅でそれぞれ3回ずつの正負交番載荷とした。ただし軸力は導入していない。

表-1 試験体パラメータ

試験体	横拘束筋	中間帯鉄筋	帯筋量 ρ_w (ρ_w^{eq})
No.1	鉄筋	有り	0.35%
No.2	PCストランド	無し	0.022% (0.11%)
No.3	PCストランド	無し	0.044% (0.22%)
No.4	PCストランド	無し	0.072% (0.36%)

() : 換算帯筋量でPCストランドの場合

$$\rho_w^{eq} = \frac{\sigma_{pcy}}{\sigma_{sy}} \times \rho_w \text{ として算定}$$

σ_{pcy} : PCストランドの降伏強度の規格値 (=1715 [MPa])

σ_{sy} : 帯鉄筋の降伏強度の規格値 (=345 [MPa])

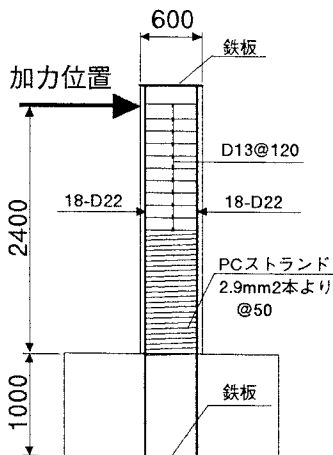


図-1 試験体側面図 (試験体No.3)

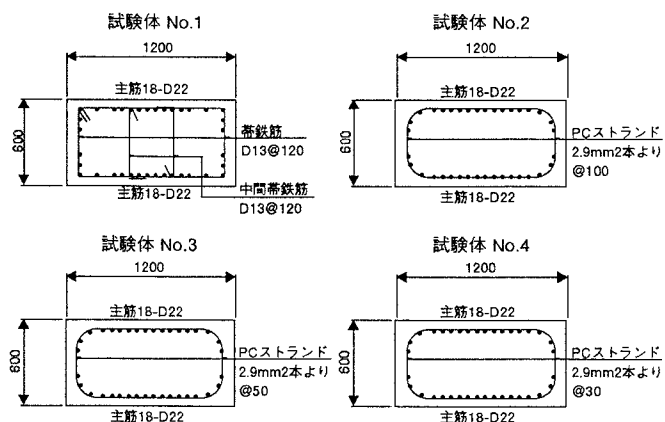


図-2 試験体断面形状寸法

キーワード：靱性、壁式橋脚、せん断補強、PCストランド、拘束効果

*1 〒204 清瀬市下清戸4-640 TEL 0424-95-0999 FAX 0424-95-0903

3. 実験結果

荷重－変位関係 試験より得られた荷重－変位関係を図－3、図－4にそれぞれ示す。試験体No.1では、6 δy の1サイクル時に主鉄筋の座屈が観察された。座屈後の荷重に対し急激に耐力は低下していく。最終的にはせん断破壊するが、これは中間帯鉄筋フックが主筋座屈により外側に押し出され、やがて隅部フックも抜け出してせん断補強筋としての役割が低下したためである。試験体No.4では座屈は4 δy の2サイクル目で生じていた。No.2、No.3試験体でも4 δy で座屈しており、PCストランド量の増加による主筋座屈防止効果の改善は認められなかった。また試験体No.4ではNo.2、No.3試験体でみられたようなP C ストランドの破断は認められなかったが、主鉄筋の破断が断面隅角部から生じた。主筋座屈長は断面中央部と比べて短く、局部的な曲げにより疲労破断したといえる。一部の主鉄筋破断に伴い荷重が低下するが、せん断破壊は防止されている。

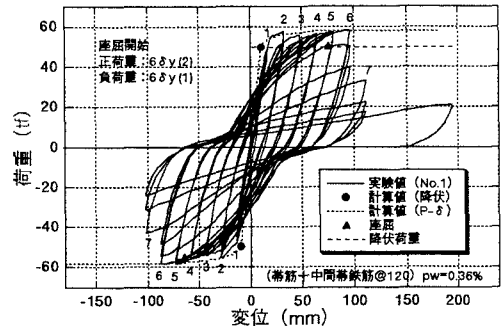
靱性率とせん断余裕度 図－5に示すのは、せん断余裕度と靱性率との関係を示す。せん断余裕度とはせん断耐力 [1] を曲げ耐力の計算値で除した値である。せん断耐力を算定する際に、帯鉄筋の強度は材料試験結果に基づいた。靱性率は残存耐力が最外縁主筋降伏荷重を下回ったときの変位を降伏変位で除した値である。図中に示した鉄道標準に基づいた計算値 [2] は主筋抜け出しを含んだ靱性率を、また道路橋示方書 [3] に基づいた計算値は、試験体 No.1 の帯筋量を変化させて求めた。なお、せん断耐力評価はそれぞれ各基準に従って求めた。PCストランドを用いた試験体の靱性率は、せん断余裕度の増加に伴い大きくなる傾向にあり、鉄道標準で概ね評価することができる。帯鉄筋のフックや定着部の劣化が靱性率に大きな影響を与えるのに対し連続スパイラル巻付けPCストランドの場合、中間帯鉄筋がなくても靱性改善効果が大きいといえる。また図中には中間帯鉄筋や帯鉄筋などの形状をパラメータとした他の靱性試験結果 [4] も参考値として加えてある。本実験との相違点は、主筋量が本実験の半分程度であることと軸力が10kgf/cm²加えられているという点である。参考にした実験でも主筋の座屈により靱性が決定されており、せん断余裕度が大きいだけでは靱性は期待できない。

4 まとめ

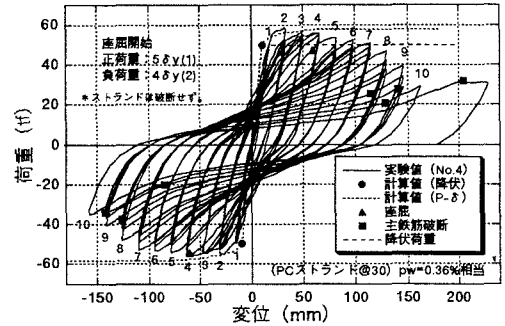
B/Dが2程度の断面であれば中間帯鉄筋を省略しても、せん断余裕度を2以上確保すればPCストランド巻付けでも良好な曲げ性状を確保できる。また本構造のせん断設計法について今後検討する必要がある。

参考文献

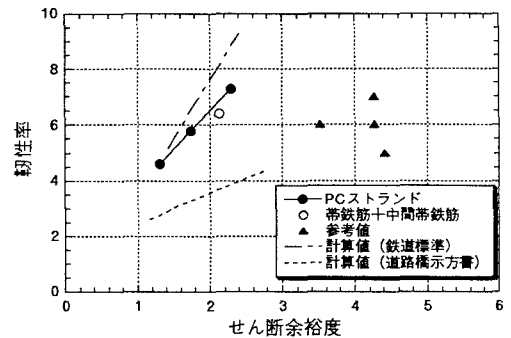
- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書設計編、(社)土木学会、pp.60－61、1996.6
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説－コンクリート構造物、丸善（株）、pp.425－428、1992.11
- 3) (社)日本道路協会：道路橋示方書（V耐震設計編）、(社)日本道路協会、pp.120－135、1996.12
- 4) 寺山ほか：中間帯鉄筋による拘束効果に関する研究、第51回土木学会年次講演概要集第5部門、PP.1006－1007、1996.9



図－3 荷重と変位関係（試験体 No.1）



図－4 荷重と変位関係（試験体 No.4）



図－5 せん断余裕度と靱性率