

V-260 PC鋼材の付着がせん断耐力に及ぼす影響

鉄道総合技術研究所 正会員 渡辺 忠朋

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 山住 克己

1. はじめに

プレストレストコンクリート(以下、PC)はりのせん断耐力に関する研究は、各国でも数多く行われており、設計基準等に取り入れられている。また、わが国においても、昭和61年に改訂された土木学会コンクリート標準示方書¹⁾で、せん断耐力の算定式が新たに提案されている。これは、二羽ら²⁾の研究を基礎としたものであるが、研究は緊張されていない鉄筋を用いたコンクリートはりに対して行われており、プレストレスの効果に関する考え方は、CEB等に採用されているデコンプレッションモーメントを用いて評価する方法を採っている。しかし、上記のせん断耐力の算定式は付着のあるPC鋼材を用いた場合についてのせん断耐力について示しているものの、プレストレス導入後にグラウトを行わないもの(アンボンド)についての取り扱いが明確に示されていないのが現状である。

そこで、PCはりによる実験データをもとにPC鋼材の付着の有無がせん断耐力に及ぼす影響について検討を行ったので以下に示す。

2. 検討に用いた実験データの概要

検討に用いたPCはりの実験データとして、著者ら³⁾及び文献〔4〕〔5〕に示されたデータを用いることとした。今回せん断耐力に及ぼすPC鋼材の付着の有無の影響の検討に用いた実験データは、矩形断面のはり67体とした。これは、文献〔3〕～〔5〕の実験データのうち、鉄筋コンクリートT型はりにより上フランジ幅を変えた実験⁶⁾及び文献〔3〕などからも、部材の断面形状がせん断耐力に影響を及ぼすことが知られており、この影響を除くため矩形断面を基本としたものである。実験データの概要をまとめると、表1のようになる。

3. 検討に用いたせん断耐力算定式

検討に用いたせん断耐力算定式を以下に示す。

$$V = V_c + V_p + V_s \text{----- (1)}$$

ここで V : せん断耐力 V_c : せん断補強鋼材以外が受け持つせん断耐力 V_p : プレストレスの効果

V_s : せん断補強鋼材の効果

$$V_c = f(a/d) \cdot f_c^{1/3} \beta_p \cdot \beta_d \cdot b \cdot d \text{----- (2)}$$

ここで、 V_c : せん断補強鋼材以外が受け持つせん断耐力(kgf)

$$f(a/d) : 2.5 \leq a/d \quad f(a/d) = 0.94(0.75 + 1.4d/a) \quad 2)$$

$$1.5 < a/d \leq 2.5 \quad f(a/d) = 3.58(a/d)^{-1.166} \quad 7)$$

表1 既往の実験データの概要

文献 No.	データ数	H (cm)	f_c' kgf/cm ²	Pt (%)	Pw (%)	σ_{cpe} (kgf/cm ²)	a/d
3)	24	40~45	357~470	1.1~2.4	0~0.5	0~148	2.4~3.3
4)	15	20	470~510	1.7~3.3	0.3	5~68	2.5
5)	28	20	460	1.3~3.0	0	0~74	2.5
合計	67	20~45	357~510	1.1~3.3	1.1~3.3	0~48	2.4~3.3

*) 表中 H : はり高、Pw : せん断補強鉄筋比、 σ_{cpe} : プレストレスによる下縁応力度

$$\beta_p: (100 \text{ Pt})^{1/3} \quad \text{Pt} = A_s/bd \quad A_s: \text{引張鋼材（鉄筋、PC鋼材）の断面積 (cm}^2\text{)}$$

$$\beta_d: (100/d)^{1/4} \quad b: \text{部材幅 (cm)} \quad d: \text{有効高さ (cm)} \quad a: \text{せん断スパン (cm)}$$

$$V_p = 2 (M_o / a) \quad \text{----- (3)}$$

ここで V_p : プレストレスの軸方向成分の効果 (kgf)

M_o : 検討断面での引張縁において、プレストレスによって生じるひずみが0となる時の
曲げモーメント (kgfcm) 、ここで検討断面を $a/2$ と仮定して求めている。

$$V_s = A_w f_{wy} Z (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \quad \text{----- (4)}$$

ここで V_s : せん断補強鋼材の効果 (kgf) A_w : スターラップの断面積 (cm²)

f_{wy} : スターラップの降伏強度 (kgf/cm²) α : スターラップと部材軸のなす角度 (°)

Z : $d/1.15$

s : スターラップの間隔 (cm)

4. 検討結果

せん断耐力に及ぼすグラウトの影響についての比較を表2に示す。表2より、グラウトなしの試験体が、グラウトあり試験体よりせん断耐力は6%程度低下していることがうかがえる（図1）。グラウトなしの場合のせん断耐力の低下は、コンクリートの受け持つせん断耐力のうち、軸方向鋼材のほぞ作用 β_p が、グラウトされない軸方向PC鋼材の場合期待できないことによるものと考えられる。そこで、式(2)において引張鋼材比 P_t の計算でPC鋼材を無視した β_p を用いてせん断耐力を求めた。この結果、表2に示すようにグラウトありの (P_{test}/P_{cal}) の値とはほぼ一致することが分かる（図2）。

5. 結論

PCはり67体による実験データに基づいて、PC鋼材の付着がせん断耐力に及ぼす影響について検討した結果、PC鋼材にグラウトを行わない試験体（アンボンド）の場合、せん断耐力算定式においてPC鋼材のほぞ作用を無視して計算することによって、グラウトを行った試験体（ボンド）と同様にせん断耐力を評価できる結果が得られた。

〔参考文献〕〔1〕コンクリート標準示方書：土木学会、1986

〔2〕二羽他：せん断補強鉄筋を用いないRCはりのせん断強度式の再評価、土木学会論文報告集第372号、V-5、1986.8

〔3〕佐藤他：プレストレストコンクリートはりのせん断耐力と破壊性状、JCI 年次論文報告集、9-2、1987〔4〕岡田他：Ⅲ種PCはりのせん断挙動と強度に及ぼすプレストレスの効果、PC技術協会第22回研究発表会講演概要、1982〔5〕豊福：P RCはりのせん断挙動と耐力に関する研究、セメント技術年報38巻、1984〔6〕

A.Placas他：Shear Failures of RC Beams, Proceedings of ACI, Vol.68, Oct. 1971

〔7〕石橋他：少数本のくいを用いたフーチングのせん断設計について、土木学会論文報告集、第377号 1983.9

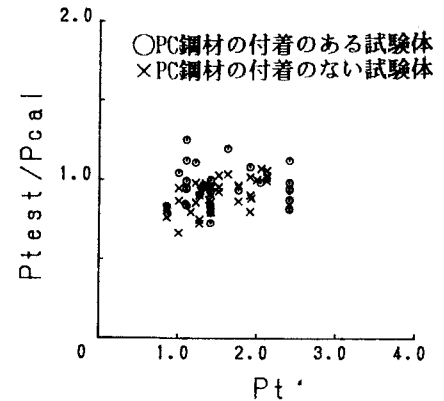


図1 付着のないPC鋼材のほぞ作用を考慮した場合

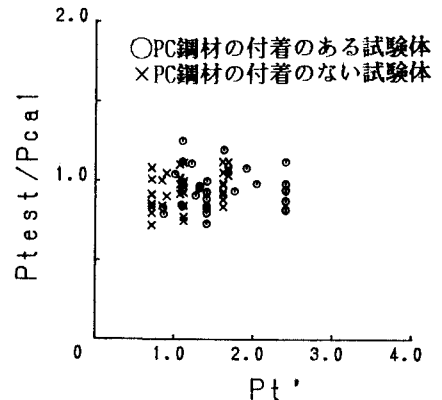


図2 付着のないPC鋼材のほぞ作用を無視した場合

表2 PC鋼材の付着の影響

	試験体の 個数	P_{test}/P_{cal}	P_{test}/P_{cal}
グラウトあり	32	0.97 (0.12)	——
グラウトなし	35	0.91 (0.12)	0.96 (0.12)

*) 数値は平均値および () 内は変動係数を示す。