

2 本群杭で支持されたパイルキャップの鉛直載荷実験 その2

正会員	酒井 慎二 1*	同	岸田 慎司 2*
同	小林 恒一 3*	同	田中 佑二郎 3*
同	林 静雄 4*		

パイルキャップ 鉛直荷重 セン断耐力

1. はじめに

既報¹⁾で報告された実験結果をもとに、本報では標準的に設計されているパイルキャップのせん断耐力の確認と、配筋されている袴筋およびベース筋のせん断補強効果の確認、柱主筋およびアンカー筋がせん断補強に及ぼす影響の確認を目的として、標準型試験体 No.1 と比較を通して考察を行った。なお、すでに報告済みのデータに関しては既報¹⁾を参照とし、本論文中には記載しないものとする。

2. 考察

2.1 各種鉄筋の荷重 - ひずみ

図 - 1 に試験体 No.1(以下 No.1, No.2, No.3, No.4)の各種鉄筋の荷重 - ひずみ関係のグラフを示す。No.1 では荷重 1000kN 付近で袴筋およびベース筋のひずみが圧縮から引張りへ転化するという挙動がみられた。これは、荷重 1000kN で発生したせん断ひび割れによる影響であり、袴筋およびベース筋がせん断力を負担し始める荷重であると考えられる。載荷荷重の大きさに違いがあるものの、袴筋とベース筋のひずみの圧縮から引張りへ転化する挙動は全試験体を通して共通していた。また、全試験体とも縦配筋された袴筋とベース筋は降伏するものはなかったが、No.1, 2, 4 では帯筋の降伏後(降伏ひずみ 2151 μ)荷重が頭打ちとなった。図 - 1 に示される各種鉄筋の挙動では帯筋のひずみ増加量は大きく、帯筋が降伏すると試験体の耐力が頭打ちになることが分かった。

2.2 セン断耐力算定

(a) 荷重伝達の検討

試験体の柱脚からパイルキャップを通じて杭へ流れる荷重伝達を考えるために、まず試験体が荷重を伝達するため

に要する有効断面を検討する必要がある。ここでは全試験体の基準となる、No.1 の荷重伝達の検討を行った。

まず、荷重をパイルキャップ断面全体で負担しているのかあるいは、柱断面で負担しているのかを判別し、コンクリートひずみと鉄筋ひずみとの比較において、パイルキャップ内部の荷重伝達についての検討を行った。コンクリートひずみは、試験体に取り付けたパイゲージの縦変位の値(mm)を、それぞれ計測幅(mm)で除して求めた。コンクリートひずみによる検討を図 - 2 に示す。実験値($E=24\text{kN/mm}^2$, P : 載荷荷重)を用いてパイルキャップ断面積($500\text{mm}\times 312\text{mm}$), 柱断面積($150\text{mm}\times 150\text{mm}$)からひずみを計算し、パイゲージから算出したコンクリートひずみの値と比較する。荷重 - ひずみ関係の図中でパイルキャップ断面のひずみ、または柱断面のひずみの曲線に近接するひずみの値で近似できるものとし、荷重を負担している断面を決定する。No.1 では求めた値がパイルキャップ断面のひずみと 1000kN まで、ほぼ重なるためパイルキャップ断面で求められるひずみによってコンクリートひずみが近似できると考えられる。図 - 3 に鉄筋ひずみによる検討を示す。鉄筋ひずみによる有効断面は、鉛直力を受ける縦配筋された袴筋とベース筋のひずみの値を用いる。図 - 3 より、袴筋およびベース筋のひずみの値に関してもパイルキャップ断面で負担していると判断することができる。また、試験体が荷重を負担する範囲には、反力は杭から伝わってくるため杭から外側に位置する鉄筋は柱脚から杭頭へ流れる荷重を負担しているとは考えにくい。そのため、耐力には直接寄与しないものとする。図 - 4 に荷重伝達範囲の図を示す。荷重伝達の範囲は、柱脚から杭頭をつなぐ三角形を描く範囲が基本となり、柱断面よりも広い範囲で荷重を負

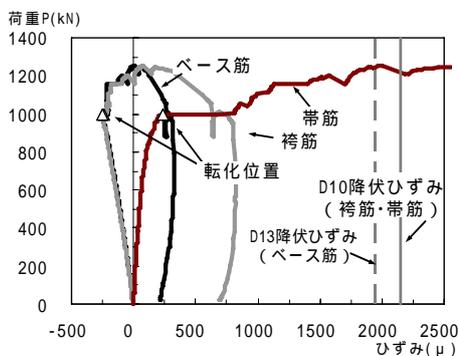


図 - 1 試験体 No.1 各種鉄筋の荷重 - ひずみ曲線

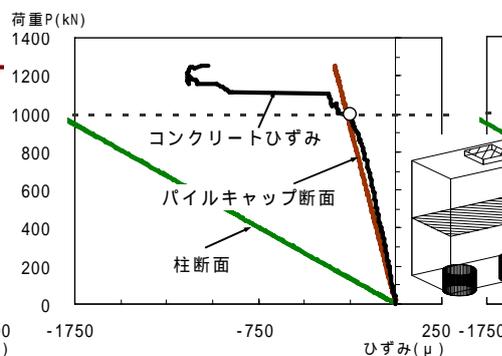


図 - 2 コンクリートひずみ (試験体 No.1)

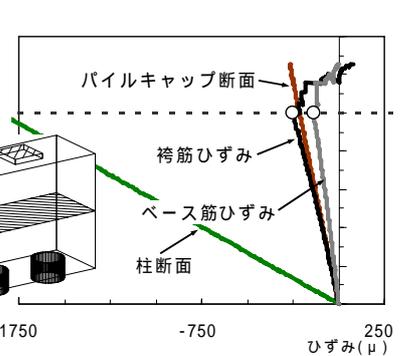


図 - 3 鉄筋ひずみ (試験体 No.1)

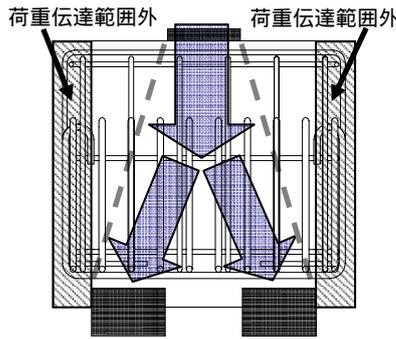


図 - 4 荷重伝達の範囲

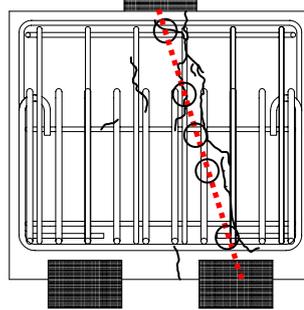


図 - 5 切断位置図

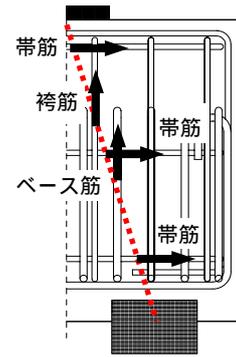


図 - 6 考慮する鉄筋

担していることになる。

(b) 耐力算定式による検討

有効断面内において、鉛直荷重作用時のせん断力を負担する鉄筋を算出し、式(1)に示した大野・荒川 min 式²⁾にせん断補強筋と仮定して耐力算定を行う。

ここで、試験体が荷重を負担していると考えられる有効断面内のせん断ひび割れ発生位置において図 - 5 に示す点線部で切断し、その断面に含まれる鉄筋を丸印で示した。断面に含まれる鉄筋の詳細図を図 - 6 に示す。P_w(せん断補強筋比)として鉄筋を考慮しない場合、袴筋のみ考慮する場合、ベース筋のみ考慮する場合、袴筋およびベース筋、帯筋の3種を考慮する場合に関して算出した。この耐力計算の結果を表 - 1 に示す。

せん断補強筋として、これら3種の鉄筋を考慮した場合としない場合とでは、実験値と計算値とに約2倍の差が生じる。考慮した場合には実験値/計算値の比が約1倍となり、せん断耐力が上昇する結果となった。

また、No.4 では実験値と計算値に多少の差がみられ、フーチングせいによる影響を考慮しきれない部分があるものの、全体としてはせん断耐力が上昇しており算出方法の適合性は評価できる。

3. まとめ

- 本実験によって得られた知見を以下に示す。
- 標準型試験体 No.1 の最大耐力は 626kN で、帯筋が降伏したことにより破壊型はせん断破壊となった。
- 大野・荒川 min 式の耐力算定ではベース筋および袴筋と帯筋をせん断補強筋と仮定して耐力計算を行う場合、

$$Q_{u \min} = \left\{ \frac{0.092 \cdot k_u \cdot k_p (17.7 + \frac{B}{d})}{\frac{M}{Q \cdot d} + 0.12} + 2.7 \sqrt{p_w \cdot w_y} + 0.1 \cdot \sigma_0 \right\} \cdot b \cdot j \quad \dots (1)$$

Q_{u min} : せん断終局強度(kN), D : 部材の全せい(mm), b : 部材幅(mm), j : 応力中心間距離(mm), k_u : 断面寸法による補正係数, k_p = 0.82 p_t^{0.23} : 引張鉄筋比 p_t (%) による補正係数 p_t : 引張鉄筋比 (%), σ_B : コンクリート圧縮強度 (MPa), p_w : せん断補強筋比, w_yσ_y : せん断補強筋降伏応力度 (MPa), σ₀ : 軸応力度 (圧縮のみ, 引張は 0) (MPa), $\frac{M}{Q \cdot d}$: せん断スパン比 (1 なので 1.0 を採用)

表 - 1 最大せん断力と計算値耐力の比較

試験体	せん断耐力: 実験値Q _p (kN)	短期せん断耐力 Q ₀ (kN)	せん断耐力: 計算値Q _{u min} (kN)				
			考慮しない	袴筋のみ	ベース筋のみ	袴筋・ベース筋 帯筋	
No.1	626	263.9	(2.4)	387.45	494.65	(1.1)	
No.2	643		(2.4) 263.9			(1.2)	553.45
No.3	618		(2.3)			(1.1)	
No.4	540	168.5	(3.2) 168.5	257.75	322.05	(1.5) 363.35	

短期せん断耐力: Q₀ = f_s · b · j
f_s = コンクリート短期応力度(N/mm²)

()内は実験値/計算値の比

考慮した場合には実験値と計算値とで差が小さくなり、適合性の高いことが確認できる結果となった。

【謝辞】

本実験に御協力いただいた香取慶一先生(東洋大学工学部建築学科准教授), 中沼弘貴氏(首都大学東京大学院), また関係者各位には厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 田中佑二郎ほか: 2 本杭で支持されたパイルキャップの鉛直載荷実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.427-428, 2006.9
- 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説-許容応力度設計法-, 1999

*1 芝浦工業大学大学院 建設工学専攻
*2 芝浦工業大学 工学部建築学科准教授・博士(工学)
*3 ジャパンパイル(株)
*4 東京工業大学 建築物理研究センター 教授・博士(工学)

*1 Construction Engineering Major, Shibaura Institute of Technology
*2 Associate Professor, Shibaura Institute of Technology, Dr.Eng.
*3 JAPAN PILE CORPORATION
*4 Prof.S.E.R.C., Tokyo Institute of Technology, Dr.Eng.