間接支持されたRC梁のせん断耐力に関する検討

(財) 爭	鉄道総合技術研究所	正会員	○田所敏弥	轟俊太朗	谷村幸裕	西岡英俊	
()	独)鉄道・運輸機構	正会員	進藤良則	清水健志	水嶋浩治	米澤豊司	

1. はじめに

杭基礎フーチングの設計においては、一般に地震時のせん断力に 対する照査によって、部材諸元が決定される.現行の設計法におい ては、上側引張となる場合のフーチングは、間接支持部材としてせ ん断耐力を算定し、照査する(図1).しかしながら、間接支持部材 のせん断耐力については、これまで、ほとんど検討がなされていない のが現状である.そこで、フーチングの単位幅を想定した梁試験体 により、間接支持された部材のせん断耐力について検討した.

2. 間接支持される梁の載荷試験の概要

間接支持されるフーチングの単位幅を想定した梁の載荷装置図お よび試験体例を図2に,試験体一覧を試験結果とともに表1に示す. 試験パラメータは, せん断耐力に影響が大きいと考えられるせん断 スパン比 a/d, およびせん断補強鉄筋比 pw とした.

また,試験体には,鉄筋コンクリート(以下,RC)杭の軸方向鉄 筋および橋脚の軸方向鉄筋を模擬した鉄筋を配置し,実構造物を想 定し,帯鉄筋にて閉合した.載荷は,橋脚の軸方向鉄筋を模擬した 吊下げ鉄筋を固定した鉄骨に鉛直力を作用させることによって,せ ん断力を作用させた.また,杭頭を模擬した支点部には,支点拘束 の影響を低減するため,図2に示すように回転を許容する構造とし



図1 杭基礎フーチングの耐荷機構



図2 載荷装置図および試験体例

た. なお、軸方向鉄筋については、普通強度の異形鉄筋を熱処理した高強度鉄筋を用いた.

3. 載荷試験結果

荷重-変位関係を図3, 試験体に埋込んだコンクリートの主ひずみの荷重履歴として No.1,2の測定結果を図4, スターラップのひずみの荷重履歴として No.2 の測定結果を図5に示す.測定箇所は,図6に示したせん断スパン 中央の支配的な斜めひび割れの発生箇所である.破壊形態はいずれもせん断破壊であり,スターラップを配置した No.2,3においては,スターラップの降伏が確認できた.*a/d*=0.65の No.1~3においては,せん断力220~240kN に おいて,斜めひび割れの発生にともなう荷重の一時的な低下がみられた.また,スターラップのない No.1 は,斜め ひび割れの発生とともに破壊に至った.図4より,せん断力220~240kN において,コンクリートの主ひずみの急 増が確認できる.また,同時にスターラップのひずみ急増が図5より,確認できる.

No.	f'_{c}	b	d	а	a/d	引張鉄筋			スターラップ					V
						呼び名	f_y	p_t	呼び名	Ss	f_y	εy	p_w	V max
1	26.5	300	400	260	0.65	D16×4	1059	0.66	—	_	—	_	0.00	220
2	27.6	300	400	260	0.65	D16×4	1059	0.66	D10	100	390	2759	0.48	260
3	28.5	300	400	260	0.65	D16×4	1059	0.66	D13	100	363	2216	0.84	325
4	28.9	300	400	460	1.15	D16×4	1059	0.66	_		—	_	0.00	181
5	30.3	300	400	660	1.65	D16×4	1059	0.66	_		_	_	0.00	113

表1 試験体諸元および試験結果一覧

 f_c : 圧縮強度 (N/mm²), b: 幅 (mm), d: 有効高さ (mm), a: せん断スパン (mm, ここでは鉛直鉄筋間隔), a/d: せん断スパン比, f_{sy} : 降伏強 度 (N/mm²), p_i : 引張鋼材比 (%), s_s : スターラップ間隔 (mm), ϵ_y : 降伏ひずみ, p_w : せん断補強鉄筋比 (%), V_{max} : 最大せん断力 (kN) キーワード: フーチング, 間接支持, せん断耐力, スターラップ

連絡先:〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38(財)鉄道総合技術研究所 コンクリート構造 tel:042(573)7281



4. 間接支持された梁のせん断耐力 (1) スターラップのない梁の耐力

図3 荷重-変位関係

a/d が小さい梁においても, スター ラップが降伏し、コンクリートの最大 主ひずみが卓越することから,破壊形 態は、せん断圧縮破壊となる直接支持 された梁と異なり,斜め引張破壊と考 えられる. また, 既往の研究¹⁾ におけ る直接支持された同一諸元の梁と比 較すると、せん断耐力は1/2以下であ った. ここで, 式(1) に示す現行の 設計式を基本にコンクリート分担分 (以下, V_c)と鉄筋分担分(以下,

V.)の累加について検討した.



図7 スターラップのない梁のせん断耐力 図8 斜めひび割れ後の V_c(No.2)

スターラップのない No.1, 4, ,6 と既往の研究²⁾より, せん断耐力と a/d の関係を図7に示す.図7より, 間接支 持されるスターラップのない梁のせん断耐力は、既往の研究³⁾における式(2)により評価できる可能性がある.

 $V_v = V_c + V_s$ (1) $\mathbf{V}_{c} = \beta_{d} \cdot \beta_{p} \cdot \beta_{n} \cdot f_{vc} \cdot b \cdot d,$ $\beta_d = \sqrt[4]{1000/d}$ (N/mm²) <1.5, $\beta_p = \sqrt[3]{100p_c} < 1.5$, $f_{vc} = 0.2\sqrt[3]{f'_c}$, p_c : 引張鋼材比

$$\mathbf{V}_{c1} = (0.75 + 1.4/(a/d)) \cdot \boldsymbol{\beta}_d \cdot \boldsymbol{\beta}_p \cdot \boldsymbol{\beta}_n \cdot \boldsymbol{f}_{vc} \cdot \boldsymbol{b} \cdot \boldsymbol{d}.$$
 (2)

(2) 斜めひび割れ発生後のコンクリートが分担するせん断耐力

/max/

直接支持部材と異なり、間接支持部材は、斜めひび割れ発生時にスターラップひずみが急増することが図5より わかる.間接支持部材においてトラス機構が成り立つと仮定すると、斜めひび割れ発生直後に V.の一部が消失し、 V。に置換されたと考えることができる.これは、直接支持に比べ間接支持では、斜めひび割れ面における骨材のか み合わせによるせん断伝達剛性が小さいことに起因すると考えられる.ここで、せん断力と図5のスターラップひ ずみより算定した V。との差分を V。とし図8に示す.図8より,斜めひび割れ発生直後に V。が大きく低下し,その 後も徐々に低下することがわかる.また,鉄筋比の大きい No.3 についても同様の傾向であった.

5. おわりに

a/d が小さい間接支持される部材の破壊形態は,直接支持部材と異なり斜め引張破壊と考えられる.また,直接 支持部材に比べ、ひび割れ面における骨材のかみ合わせの効果が小さいことから、斜め引張破壊する直接支持部材 のように、V.とV.の直接的な累加が成り立たない可能性が考えられる.

【参考文献】1) 谷村ら:スターラップを有するディープビームのせん断耐力に関する研究,土木学会論文集,第760号/v-63,pp.29〜44, 20045, 2) 白戸ら:引張力による曲げ・せん断を受けるフーチングの限界状態に関する実験が研究,構造工学論文集, Vol47A, pp.1327~1338, 2001.3、3) 二羽ら: せん断補捕銭券を用いない RC 梁のせん断強度式の再評価、土木学会論文集 第372号/v-5、pp.167~176、1986.8