

既設場所打ち杭のせん断耐力に及ぼす帯鉄筋構造細目の影響に関する実験的検討

(株) 高速道路総合技術研究所 正会員 ○後藤 源太 高原 良太
西日本高速道路(株) 正会員 西谷 朋晃
NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) 正会員 李 首一 中谷 隆生

1. 目的

昭和55年以前の古い基準で設計された杭基礎は、レベル2地震動に対する設計が行われておらず、現行基準(NEXCO設計要領¹⁾)により耐震性能照査を行うと、その多くが照査を満足していない。特に、場所打ち杭に関しせん断照査を満足しない場合は、全体の約3割を占めている²⁾。これは、曲げ照査と比較し、せん断照査が新設橋と同水準の限界状態に対する照査を行っているためと考えられる。一方で、古い基準で設計された杭基礎の帯鉄筋は点溶接でフックがなく、現行の構造細目を満足しない場合がある。現行の構造細目を満たさない場合に着目した杭基礎の挙動の違いについて確認することは、既設杭基礎の保有耐力を適切に評価する上で重要である。本稿では、帯鉄筋の構造細目に着目し、現行基準と同等のせん断補強効果を有するかの実験的検討内容を報告する。

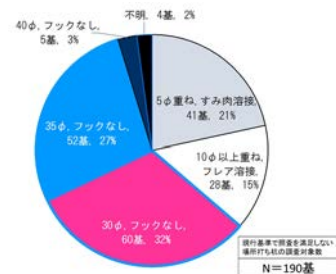


図-1 帯鉄筋の構造細目に関する

実態調査結果

表-1 実験ケース一覧

実験ケース名	case1	case2	case3	case4
帯鉄筋構造細目	5φ重ね合せ 隅肉溶接	重ね継手長30φ フックなし	重ね継手長40φ フックあり	重ね継手長30φ フックなし
主鉄筋量	4.8 【D38-12本】			
曲げ水平耐力	kN 1120			
せん断耐力 P_u (H24演式)	kN 308			
コンクリート負担分 S_c	kN 193			
帯鉄筋負担分 S_s	kN 115			
曲げせん断耐力比	- 0.28			
各ケース共通項目				
径	mm 600			
有効高	mm 463			
せん断スパン	mm 700			
せん断スパン比	-			
帯鉄筋量	%			
鉄筋材質	SD345(主鉄筋), SD295(帯鉄筋)			
設計コンクリート強度	N/mm ² 24			
破壊形式	せん断破壊型			

※せん断耐力算定には、コンクリート強度、帯鉄筋の材料強度に実強度を用いた。

2. 既設場所打ち杭の実態調査

2.1 調査目的と対象

既設場所打ち杭に実際に採用されている帯鉄筋の構造細目の把握を行うため、現行基準(平成24年道示³⁾)のせん断照査を満足しない既設場所打ち杭を対象に、構造細目の整理を行った。

2.2 帯鉄筋の構造細目の実態

帯鉄筋の構造細目の実態調査結果を図-1に示す。重ね継手長30~35φフックなしが全体の6割を占め、次に多いのは、5φ重ね合せ隅肉溶接であった。

3. 帯鉄筋構造細目に着目した実験

3.1 実験計画について

表-1に実験ケース一覧を示す。実態調査結果をもとに、昭和55年以前に多い帯鉄筋の構造細目及び主鉄筋量をパラメータとして、計4ケースの試験体を作製した。図-2に試験体及び載荷側面図を示す。Case1~Case3は確実にせん断破壊させ、せん断耐力を確認するため、主鉄筋量を大きくし、Case4は実橋の主鉄筋量とした。

3.2 実験結果について

図-3に荷重-変位関係を、図-4に破壊状況及び帯鉄筋ひずみを示す。Case1~Case3は「せん断破壊」、Case4は「曲げ破壊」となった。なお、Case4は、厳密には、斜めひび割れが生じ、せん断破壊となるかに思われたが、最終的には、試験体中央付近のひび割れ図でいうところの赤斜線部におけるコンクリートの圧壊により破壊に至った。

Case1~Case3の荷重変位関係から、平成24道示のせん断耐力算定式は超えるものの、帯鉄筋の構造細目の違いにより最大荷重が異なることが分かる。特に、フックがない場合(Case2)は、フックがある場合(Case3)と比べて、耐力・変形ともに小さくなることが分かった。また、主鉄筋量を実橋に近いCase4では、帯鉄筋の構造細目の条件はCase3と同じであり、最もせん断補強効果の小さい構造細目であるにも関わらず、せん断破壊は生じることなく、安定した挙動(急激な荷重低下が生じない挙動)を示した。このことから、帯鉄筋の構造細目が古く(昭和55年以前)フックが無かったと

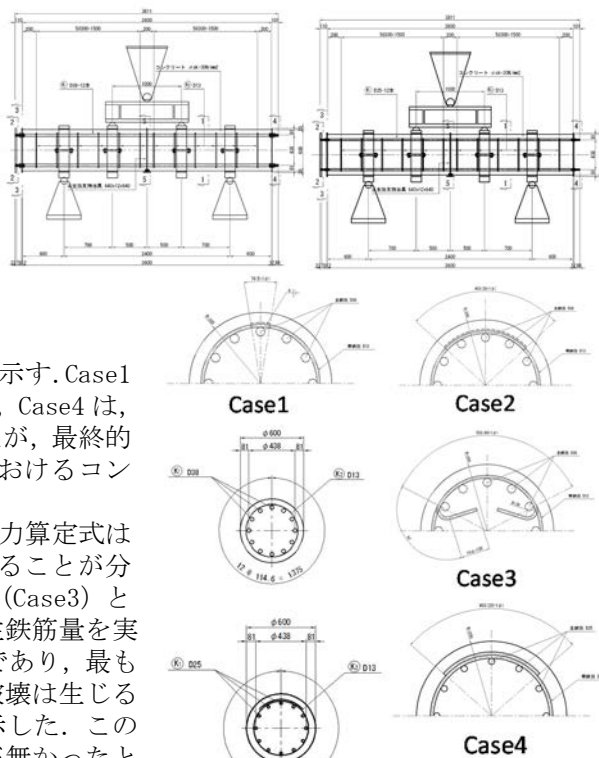


図-2 試験体及び載荷側面図

キーワード 既設杭基礎, 場所打ち杭, 耐震性能, せん断耐力, 帯鉄筋構造細目

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生1-4-1 (株) 高速道路総合技術研究所 TEL 042-791-1943

しても、せん断補強効果を有すること、曲げせん断耐力比が 0.6 程度になると「せん断破壊」の様相はとらなくなることが示唆される。図-5 に各ケースの最大荷重時の主鉄筋及び帯鉄筋のひずみの降伏ひずみに対する割合を示す。曲げ破壊型となった Case4 は 4 割程度、せん断破壊型であった Case1~Case3 は 8 割程度であり、ひずみ量に大きな違いがあることが分かる。Case1~4 は、設計上はどれもせん断破壊型であるが、主鉄筋比が小さいことで、帯鉄筋及び主鉄筋に生じるひずみが小さくなり、最大荷重時における耐荷状況に違いが生じた結果、破壊形式に違いが生じたと推察される。なお、帯鉄筋と主鉄筋のひずみは、全体的な傾向を把握するため、各位置の計測ひずみ値の平均値としている。

図-6 に各ケースの最大荷重とせん断耐力の比較結果を示す。図中には、平成 24 年道示³⁾を参考に、せん断スパン比 (a/d) による割増を行ったせん断耐力も併記した。せん断スパン比により割増を行ったせん断耐力は、実験で確認された最大荷重を超過しておらず、試験体のせん断耐力を安全側に評価できていることが分かる。このことから、既設場所打ち杭のせん断耐力を評価する際、本実験で対象としたような帯鉄筋の構造細目が古い場合においても、せん断スパン比による割増等のせん断耐力算定の合理化を図れる可能性が示されたと考えられる。

3. 3 帯鉄筋の重ね継手のずれについて

図-4 の帯鉄筋ひずみから、フックがなくとも帯鉄筋が降伏していることが分かる (Case2 の帯鉄筋ひずみの図より)。ただ、ひずみ計測結果だけの確認の場合、ひずみが生じながら重ね合わせ部がずれ動いている可能性は否定できない。そこで、Case1~Case3 の帯鉄筋の重ね継手部をはつり、重ね合わせ部の状況を確認した (写真-1)。この確認の結果、5φ 重ね合わせ隅肉溶接の Case1 ではずれはなく、Case2、Case3 では、罫書き線の僅かなずれ (10mm 程度) が確認された。このことから、隅肉溶接程度の接合がない場合、フックの有無に関わらず、帯鉄筋はコンクリート内部で若干のずれを生じながら、3.2 で述べたような、せん断補強効果を発揮しているものと推察される。

4. まとめ

帯鉄筋の構造細目及び主鉄筋量に着目し、実橋の 1/2 スケールの試験体での載荷実験を行い、帯鉄筋の構造細目の違いが、破壊挙動及び耐力に与える影響を確認した。その結果、帯鉄筋の構造細目が古く、フックがない場合であっても、現行基準と同等のせん断補強効果を示すことが確認できた。

また、せん断スパン比を考慮した設計せん断耐力が実験値を下回り、かつ、平成 24 年道示の設計せん断耐力を上回ることを確認し、せん断スパン比を考慮することで、既設場所打ち杭のせん断耐力をより適切に評価できる可能性を示した。

謝辞：本研究は (国研) 土木研究所、首都高速道路 (株) との共同研究の一環として実施したものである。本実験は、(国研) 土木研究所の実験施設を借用して実施した。ここに記して関係各位に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 東・中・西日本高速道路株式会社：設計要領第二集橋梁保全編，令和 2 年 7 月，
- 2) 西谷ら他 3 名：既設場所打ち杭のせん断耐力評価の合理化に関する検討，令和 2 年度土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会，
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 編，平成 24 年 3 月

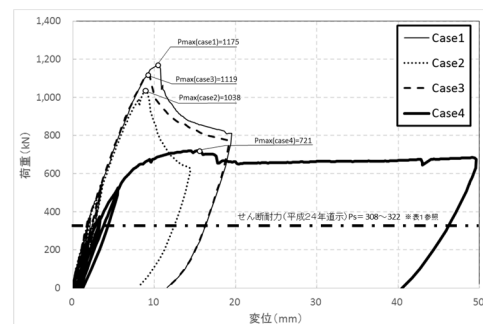


図-3 荷重—変位関係

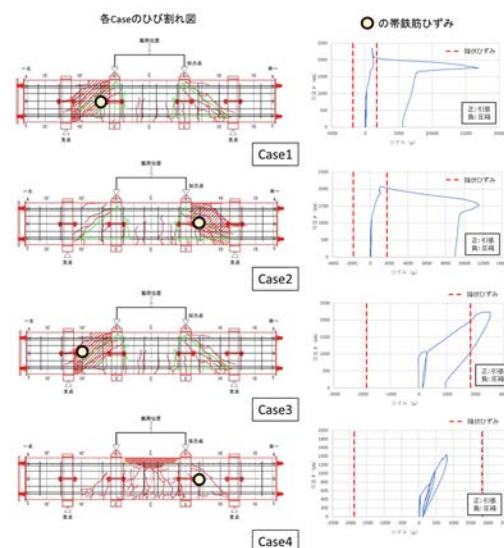


図-4 破壊状況 (ひび割れ) 及び帯鉄筋ひずみ

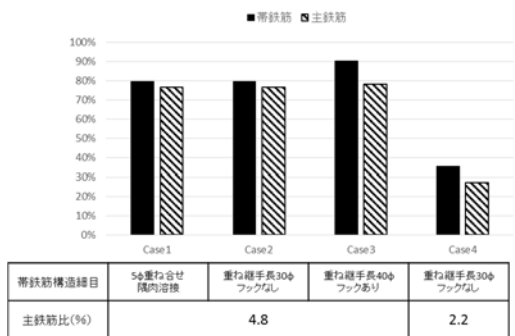


図-5 最大荷重時の主鉄筋及び帯鉄筋のひずみの降伏ひずみに対する割合

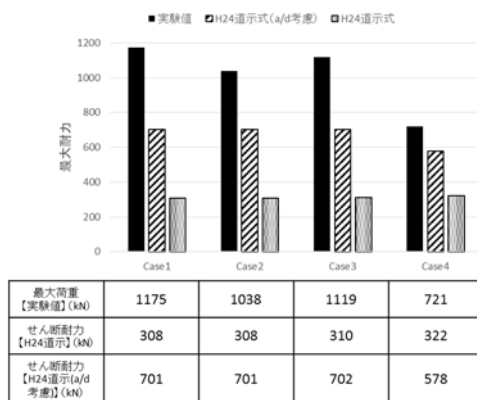


図-6 最大荷重とせん断耐力の比較

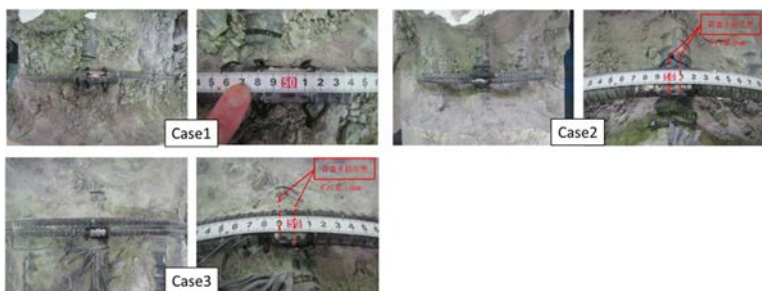


写真-1 帯鉄筋の重ね継手部切削状況