

既設場所打ち杭のせん断耐力に及ぼすせん断スパン比の影響に関する実験的検討

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

1. 背景と目的

NEXCO3 会社で実施している耐震補強設計業務で照査を満足しない杭基礎形式や照査項目の実態把握を行った結果、調査対象 898 基の基礎のうち、場所打ち杭が全体の 78% (703 基) を占め、そのうち 27% (190 基) がせん断に対する照査を満足しない。一方、過去の地震における杭基礎の被害は限定的¹⁾であり、杭基礎の損傷に起因する落橋等の甚大な被害は生じていないことから、既設杭基礎の耐震性能評価については合理化の余地が残されていると考えられる。本研究では、既設場所打ち杭の合理的なせん断耐力評価方法を提案するための一検討として、せん断スパン比に着目した実験的検討を行った。

2. 単杭のせん断破壊実験

H24 道示IVでは、フーチング等の厚いはり部材を対象に実施された既往の実験結果を踏まえて、せん断耐力推定式においてせん断スパン比（以下、 a/d 。 a ：荷重点と支点間の距離、 d ：部材の有効高）に応じてコンクリートが負担するせん断力の増加を考慮するための割増係数 C_{dc} が設定されている（表-1）²⁾。ただし、 C_{dc} は上記のように厚いはり部材を対象とした検討に基づいたものであり、場所打ち杭のような構造を対象としたものではない。そのため、現行基準における場所打ち杭のせん断耐力推定式では、割増係数 C_{dc} は 1.0 を標準とすることが規定されており²⁾、その適用性については十分検証する必要がある。

本稿では a/d の違いが場所打ち杭のせん断耐力に及ぼす影響を確認することを目的に、単杭のせん断破壊実験を実施した。

2.1 実験ケース

実験ケースを表-2 に示す。実験は、 a/d とせん断補強鉄筋量をパラメータにした 4 ケースとし、 a/d は既往の実験結果からディープビーム効果が得られることが確認されている $a/d=2.5$ を上限として、 $a/d=1.0, 1.5, 2.5$ とした。

2.2 供試体概要及び計測項目

供試体概要を図-1 に示す。供試体寸法は実杭の 1/2 スケールとし、全てのケースで供試体が確実にせん断破壊となるように、軸方向鉄筋量を実杭の 2 倍程度配筋し、軸方向鉄筋比 $pt=4.8\%$ （実杭は概ね $pt=1.0\% \sim 3.0\%$ ）とした。

荷重方法は JIS A 5363 に基づく単純ばり形式荷重とし、単調増加方式による漸増荷重とした。

計測は、杭体の荷重変位関係及び主要な鋼材の応力状態が確認できるように、図-2 に示す箇所に変位計及びひずみゲージを設置した。表-3 に、材料試験により得られた杭体の材料特性を示す。

表-1 a/d によるコンクリートが負担する

a/d	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
C_{dc}	6.4	4.0	2.5	1.6	1.0

表-2 単杭のせん断破壊実験の実験ケース

case	杭径	材質	主鉄筋量	帯鉄筋量	帯鉄筋継手方法	せん断スパン比
1	φ600	$\alpha_c=30\text{N/mm}^2$ 主鉄筋SD345 帯鉄筋SD295	D38-12本 ($pt=4.8\%$)	なし	-	1.0
2				なし	-	1.5
3				D13@300	重ね継手長40φ フックあり	1.5
4						2.5

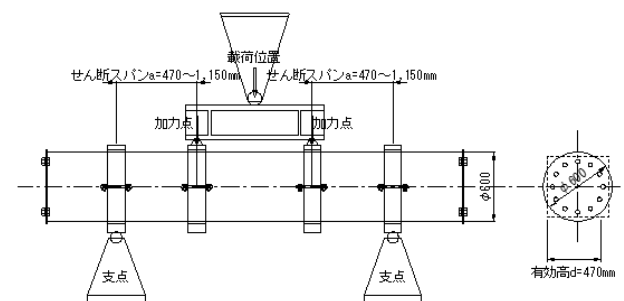


図-1 供試体概要

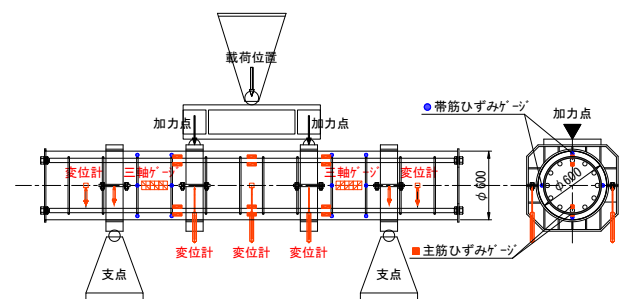


図-2 計測概要図

表-3 材料特性

case	杭径 (mm)	コンクリート		軸方向鉄筋		帯鉄筋	
		圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
1	φ600	35.4	25.2	401.8	194.1	-	-
2		37.0	27.4	378.5	195.1	-	-
3		37.0	25.8	378.5	195.1	346.5	190.4
4		37.3	24.4	401.8	194.1	346.5	190.4

キーワード 既設杭基礎、場所打ち杭、耐震性能、せん断耐力、せん断スパン比

連絡先 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町1番13号 西日本高速道路（株）関西支社 TEL:06-6344-8888

2.3 供試体の破壊形態と荷重変位関係

図-3 に、実験終了後の各供試体の破壊状況及び載荷点位置における荷重変位関係を示す。

図-3 より、全ての供試体で載荷点と支点を結ぶ位置で斜め方向のひび割れの発生が確認され、これらのひび割れはいずれも供試体が最大荷重に達した直後に大きく進展した。また、荷重変位関係に着目すると、全ての供試体で最大荷重に達した直後に急激な荷重低下を示しており、実験で確認された供試体の最大荷重は理論式から算出した曲げ水平耐力を下回ることがわかる。すなわち、供試体の破壊形態はいずれも「せん断破壊」と判断され、実験で確認された最大荷重は供試体のせん断耐力であると言える。

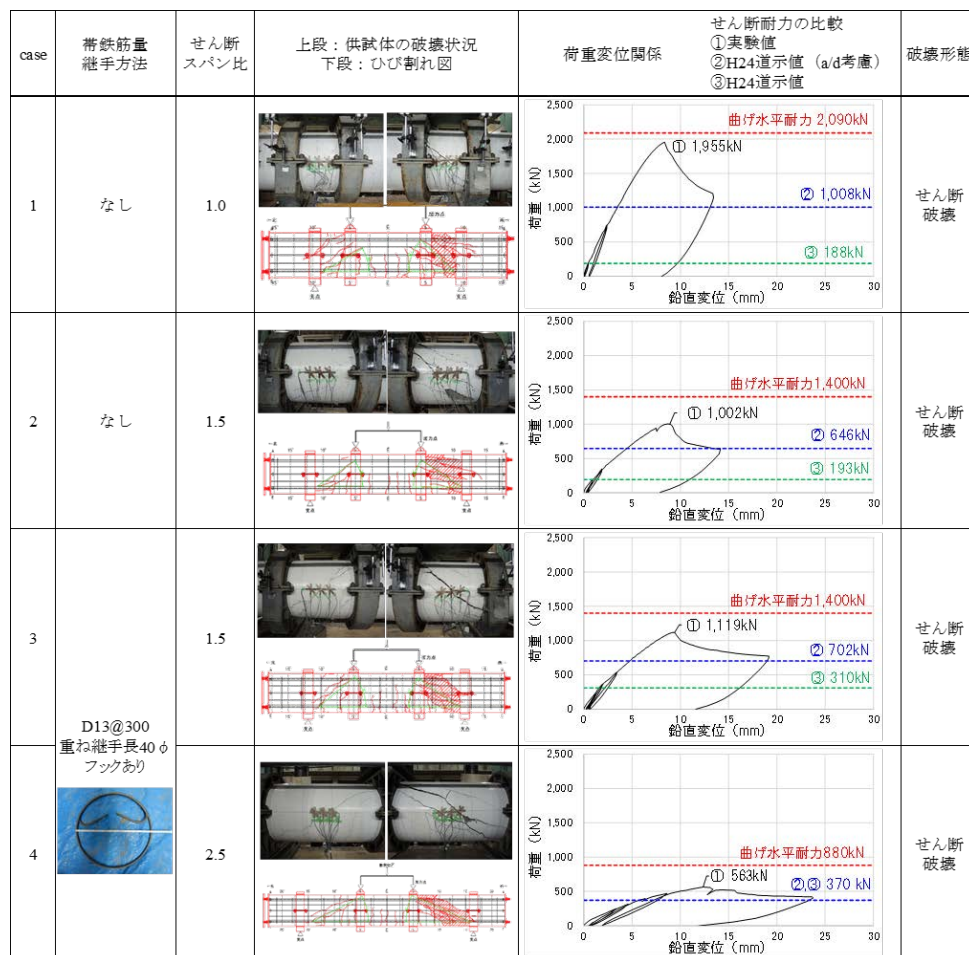


図-3 供試体の破壊形態と荷重変位関係

さらに、同図に各供試体のせん断耐力と現行基準によるせん断耐力の推定値（以下、H24 道示値）の比較を示す。ここで、H24 道示値の算出にあたっては、表-1 を準用して a/d による補正の有無を考慮した。実験で確認された最大荷重である供試体のせん断耐力は、いずれも a/d による補正を考慮した H24 道示値（図中②）を上回ることが確認された。また、 a/d による補正を考慮しない場合（図中③）は実験値と推定値の乖離が大きく、場所打ち杭のような円形中実断面材においても、せん断耐力の推定には a/d の影響を適切に考慮する必要があると示唆された。

2.4 供試体のせん断耐力に及ぼす a/d の影響

供試体のせん断耐力に及ぼす a/d の影響を確認するため、実験結果からコンクリート及びせん断補強鉄筋の負担するせん断力を算出した。この関係を図-4 に整理すると、場所打ち杭のせん断耐力評価において、表-1 に示す H24 道示IVで規定される a/d によるコンクリートが負担するせん断力の割増係数 C_{dc} を準用することで安全側の評価となることがわかる。

3. 結論

本実験的検討の結果、場所打ち杭について a/d による割増係数 C_{dc} を考慮することで、より合理的なせん断耐力評価を行い得ることが示された。ただし、本実験は確実にせん断破壊となるように軸方向鉄筋量を実杭の2倍程度配筋しているため、引続き実杭ベースでの解析・実験的検討を実施する。

参考文献

- 例えば、兵庫県南部地震道路橋震災対策委員会:兵庫県南部地震における道路橋の被災に関する調査報告書,1995.12.
- (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部構造編，2017.

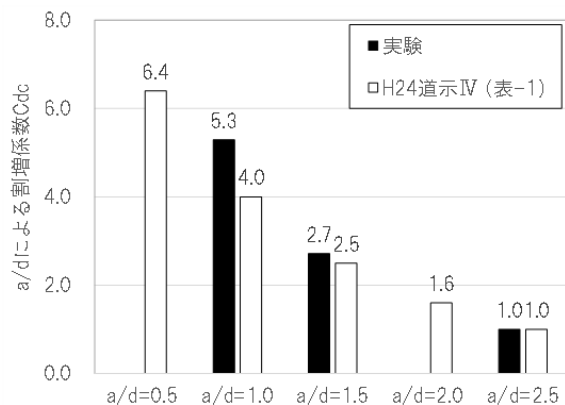


図-4 a/d によるコンクリートが負担するせん断力の割増係数 C_{dc} の比較