

新杭頭接合デバイスのせん断特性に関する解析的検討

清水建設（株）正会員 大槻 明、同 田蔵 隆、同 青木 孝、 真野英之、 磯田和彦
 （株）クボタ 正会員 岩本利行、 荒川範行、 石原孝浩、 大川雅之

1. はじめに

上部構造の地震時慣性力を杭に伝達する上で、基礎と杭頭間の接合部のせん断伝達特性を評価することが極めて重要である。一般に、剛接合あるいは完全ピン接合では、杭の曲げ剛性と横方向特性値に応じて、上部構造からの水平力が各杭に分配される。開発した杭頭デバイス¹⁾は完全ピン接合ではないため、杭の負担水平力は、杭の曲げ剛性と横方向特性値に加え、杭頭に生じる曲げモーメントによって支配される。本報文では杭頭デバイスを用いた場合の水平力の分担に関する評価法について示すとともに、杭頭デバイスのせん断力の挙動を解析的に検討した。

2. 杭頭デバイスに作用する

水平力算定フロー

図1に示すフローより各杭頭に作用する水平力 Q を算出する。図中に示す I は杭の断面2次モーメント、 r は杭の横方向特性値、 Q_y は杭頭デバイスの許容せん断力である。本デバイスを用いた杭頭の水平力は軸力 N に依存するため、まず、全ての杭頭が完全ピンであると仮定し、水平力 P_h を、 I^3 に比例して各杭の水平力を配分する。次に、得られた水平力と軸力から固定度 r を求め、 $4I^3/(2-r)$ に応じて、各杭の水平力を収束計算により求める。

図1のフローで求められる各杭頭の水平力が、杭頭デバイスの許容せん断力以下の場合には、この水平力を用いてChang式により杭の断面力を算定する。一方、杭頭の水平力が許容せん断力を超えるケースでは、詳細モデル（図2参照）で評価する。杭頭デバイスは、回転ばね（曲げモーメント M_{max} で折れ点となる完全弾塑性型）と水平ばね

（許容せん断力 Q_y で折れ点となるバイニリヤー型）で、杭は梁要素で、地盤はウインクラーばねでモデル化した詳細モデルを用いて杭に作用する水平力と杭の断面力を解析的に評価する。

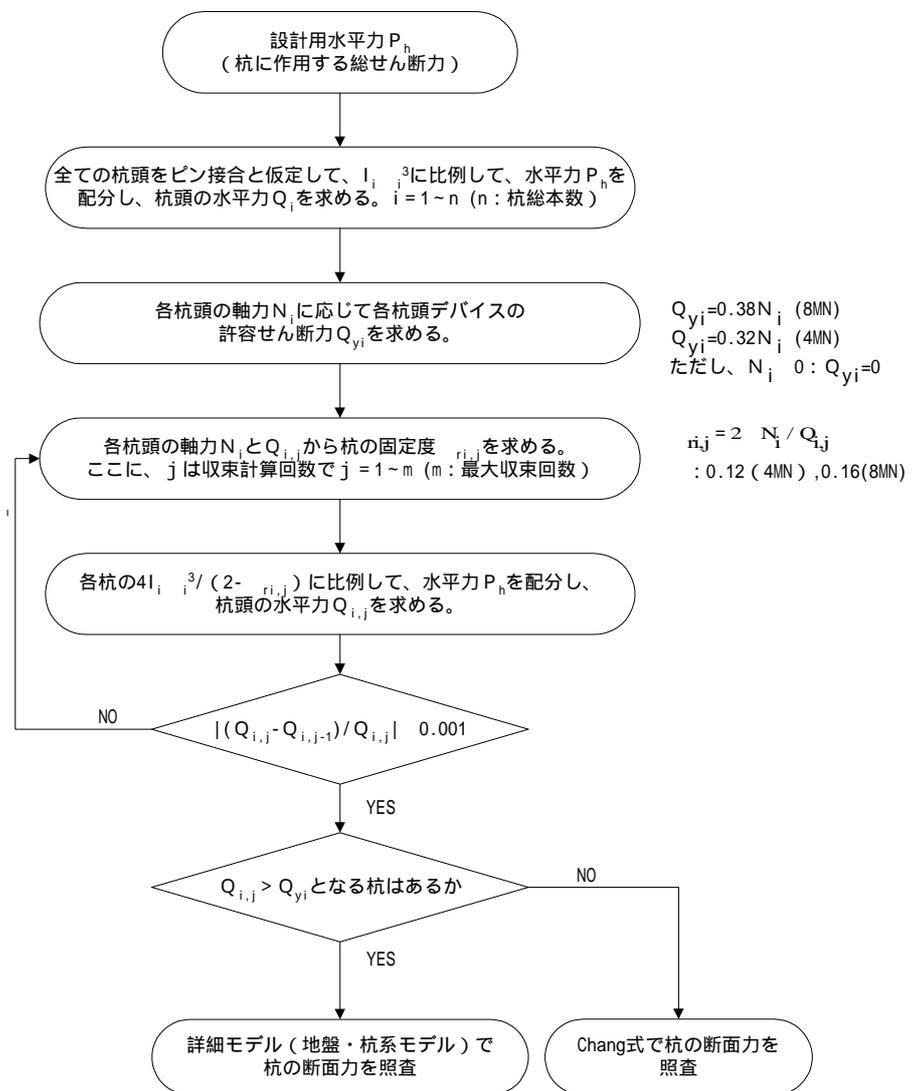


図1 杭頭に作用する水平力算出フロー

キーワード 杭基礎，ピン接合，杭頭デバイスのせん断力特性，水平力の分担

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島3丁目4番17号 清水建設（株）技術研究所 TEL 03-3820-5521

3. フローの検証と事例検討

図1の水平力算定フローの妥当性を検討するため、均一な粘性土地盤（N値10）に、杭径2mの場所打ちコンクリート杭を事例として想定した。図2に示す解析モデルでは、8MN用の杭頭デバイスを用いている。解析モデルの常時鉛直荷重は15680kN（7840kN×2本）、設計震度0.2に対応する水平力 P_h は3140kNとした。また、杭1と杭2に作用する変動軸力 N は、それぞれ3920kNおよび11760kNとした。

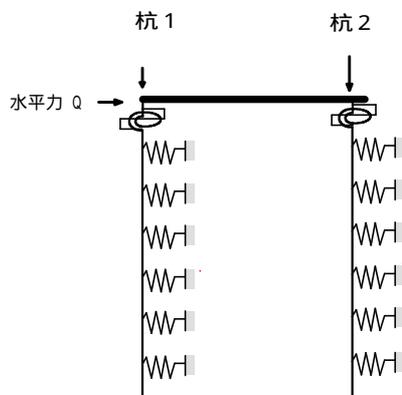


図2 解析モデル

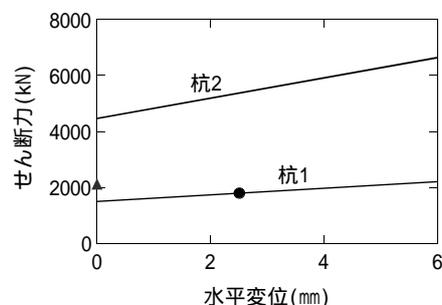
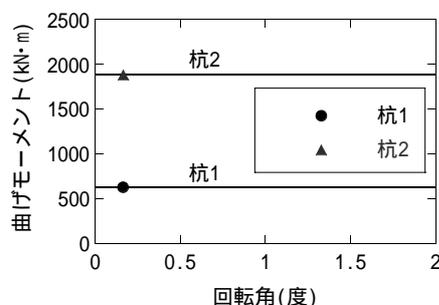


図3 杭1と2の杭頭デバイスの挙動（震度0.25）

図1の算出フローに従って求めた杭のせん断力を表1に示す。数回の収束計算により杭頭に作用するせん断力が求められることが分かる。図2に示すモデルの解析から得られた杭頭せん断力を表2に示す。算出フローに従って求めた各杭頭の水平力は、解析から得られたせん断力と概ね一致している。これより算出フローの妥当性が確認できる。表2の設計震度0.2（水平力3140kN）では、杭1および杭2の固定度に応じて杭頭の負担せん断力は異なっているが、杭頭変位は同じである。

許容せん断力を超えた場合の杭の挙動を明らかにするため、設計震度を0.2から0.25に上げたケース（水平力3894kN）について検討した。図3に示すように杭1のせん断力は許容せん断力を超えており、杭頭デバイスの上蓋と球座間に相対変位が発生している。このため表2に示すように、杭1と杭2の負担せん断力の差異は、設計震度0.2の場合よりも大きい。また、両者の杭頭変位には顕著な差異が認められる。なお、杭1の杭頭デバイスのせん断力は、実大実験によって保証されている杭頭デバイスのせん断耐力内にある。

4. まとめ

杭頭水平力が許容せん断力以下であれば、図1に示す算出フローが適用できる。このフローの特徴は、固定度の影響を考慮にいれ、各杭の負担せん断力を求める点にある。許容せん断力を超える場合は、詳細モデルでの評価が必要となるが、負担せん断力が実大のせん断実験の値内であれば、杭頭デバイスを介して杭に確実に伝達できる。

参考文献

1) 田蔵ら：建設コストの低減と耐震性能の向上を目指した新杭頭接合工法の研究開発（その1～3）第36回地盤工学研究発表会

表1 水平力の算出フローによる杭頭せん断力

水平力 P_h (kN)	杭番号	せん断力 (kN)			せん断力/軸力		
		第1回目	第2回目	第3回目	第1回目	第2回目	第3回目
3140	杭1	1570	1478	1489	0.4	0.38	0.38
	杭2	1570	1658	1649	0.13	0.14	0.14

表2 解析モデルにより求めた杭頭せん断力

水平力 P_h (kN)	杭番号	せん断力 (kN)	杭頭変位 (cm)	せん断力/軸力	固定度
3140	杭1	1490	2.1	0.38	0.06
	杭2	1650	2.1	0.14	0.15
3894	杭1	1789	2.5	0.46	0.05
	杭2	2105	2.8	0.18	0.12