

場所打ち杭のハイブリッドナミック急速載荷試験 その2 砂礫土の周面摩擦力度について

場所打ち杭
砂礫土
周面摩擦力度

鉄道・運輸機構 正会員 山崎 貴之
鉄道・運輸機構 国際会員 青木一二三
地盤試験所 正会員 高野 公作
地盤試験所 国際会員 宮坂 享明

1. はじめに

富山県射水市～小矢部市間に建設される北陸新幹線高架橋の場所打ち杭の杭長は、砂礫層に深く根入れする設計となった。そこで杭の急速載荷試験を実施して、当該地区の支持層と考えられる砂礫土の周面摩擦力度を適切に評価し、場所打ち杭の杭長を短縮する検討を行った。本報文その2は、試験によって確認された砂礫土の周面摩擦力度を設計に取り入れた経緯および効果について述べる。

2. 地盤条件

当該地区の地盤は、図-1に示すように射水地区はGL-12m付近まで軟弱な粘土と砂が堆積し、その下にN値50以上の砂礫が存在している。一方高岡地区と小矢部地区は表層付近を除いてN値30～50の砂礫土が堆積している。このような地盤条件で基礎杭の設計を行ったところ、杭長が地震時の引抜き抵抗力(周面摩擦)で決定され、杭を砂礫土に深く貫入させ引き抜き抵抗力を確保することとなった。

3. 杭長短縮の検討

杭長が長くなる原因としては、鉄道標準で場所打ち杭の砂質土の周面摩擦力度が $=5N$ 200kN/m²と規定されており、N値が40以上の層であっても周面摩擦力度の上限値が200kN/m²で抑えられていることがあげられる。しかしこの算定式と上限値は、砂質土と砂礫土が同じ評価とされており、N値の大きい砂礫土についてはもっと大きい周面摩擦が得られる可能性がある。

そこで既往の場所打ち杭の鉛直載荷試験結果から、砂礫土の周面摩擦力度をまとめたものが表-1および図-3である。N値50以上の砂礫土の周面摩擦力度はおおむね300kN/m²以上あることがわかる。そこで本区間の砂礫土においても周面摩擦力度が300kN/m²以上あることが確認できれば、杭長短縮が可能となることから、杭の鉛直載荷試験を実施し、周面摩擦力度を確認することとした。

4. 場所打ち杭の載荷試験

杭の鉛直載荷試験には表-2に示す試験があるが、今回は場所打ち杭を対象としていること、また試験を複数箇所を実施することから、反力杭が不要で効率的に試験ができる急速載荷試験を実施することとした。急速載荷試験にはクッション法とスタナミック法があるが、段階載荷が可能で支

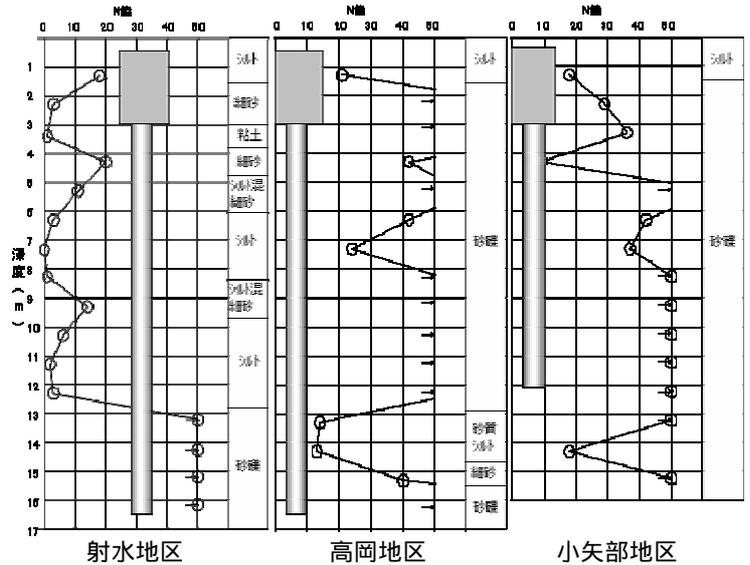


図-1 地質柱状図

表-1 既往の載荷試験による砂礫土の周面摩擦力度

文献番号	試験場所	工法	試験方法	杭径 (m)	変位量 (mm)	N値	周面支持力度 (kN/m ²)
	札幌市	揺動式	押込み	1.1	62.5	45	> 340
	札幌市	揺動式	押込み	1.1	36.7	45	> 208
	札幌市	揺動式	押込み	1.1	36.7	> 50	> 265
	東京都	オールケーシング	押込み	1.0	13	45	> 170
	東京都	オールケーシング	押込み	1.0	13	> 50	> 272
	不明	オールケーシング	引抜き	0.8	90.8	50	320
	不明	オールケーシング	引抜き	0.8	139	50	414
	不明	オールケーシング	引抜き	0.8	101	50	429
	えびの市	オールケーシング	押込み	1.2	24	40	> 220
	高崎市	揺動式	押込み	1.0	52.7	45	302
	高崎市	揺動式	先端載荷	1.0	56.9	45	250
	高崎市	揺動式	先端載荷	1.0	51.1	45	338
	不明	全周回転式	押込み	1.0	> 100	> 50	540
	不明	全周回転式	押込み	1.0	> 100	> 50	540
	不明	全周回転式	引抜き	1.0	> 100	> 50	540
	不明	全周回転式	引抜き	1.0	> 100	> 50	540
	東京都	壁杭	先端載荷	0.6×2.52	50	> 50	380
	東京都	壁杭	先端載荷	0.6×2.52	40	> 50	> 600
	さいたま市	アースドリル	先端載荷	2.2	13.1	> 50	> 230
	愛知県	全周回転式	先端載荷	2.0	59.9	40	320
	愛知県	全周回転式	先端載荷	2.0	59.9	> 50	360
	富山市	アースドリル	先端載荷	1.0	27	50	> 300
	富山市	アースドリル	先端載荷	1.2	63	50	340
	富山市	アースドリル	先端載荷	1.5	74	50	370
	八幡市	オールケーシング	急速載荷	1.2	49	35	238
	八幡市	オールケーシング	急速載荷	1.2	49	27	208
	八幡市	オールケーシング	急速載荷	1.2	49	50	301

Hybridnamic Rapid Pile Load Test for Cast-in-situ Pile 2. Pile Design Skin Friction in Sandy Gravel Soil

Yamazaki Takayuki, Aoki Hifumi (Japan Railway Construction, Transportation and Technology Agency)

Miyasaka Takaaki, Takano Kosaku (Jibanshikenjo Co., Ltd.)

持力の評価が容易なクッション法であるハイブリッドナミック試験を採用した。周面摩擦力度の測定方法は、杭頭部に設置した加速度計と各土層に設置した鉄筋計の結果から動的な抵抗成分を除去するため除荷点法と波形マッチング解析を行い、得られた地盤パラメータから軸力分布を求め、各層の周面摩擦力度を算出した。その結果、図-2,3に示すように、全箇所N値50以上の砂礫土の周面摩擦力度は300kN/m²以上あることが確認された。

5. 杭長短縮試算結果

載荷試験の結果をうけて杭の支持力の比較を行った。鉄道標準に示されている周面摩擦力度式と上限値 =5N 200kN/m² を用いた場合(Case1)と、砂礫土の最大周面摩擦力度の上限値を300kN/m²とし、換算N値60まで使用して支持力を算出した場合(Case2)の結果が表-3である。支持力のみで比較した場合には、Case2はCase1と比較して最大で3.5m杭長を短縮することができるが、杭長を短縮することで構造物の変位が大きくなり、鉄道標準で規定されている変位の制限値を超過する結果となった。そこで変位の制限値が満足する範囲で杭の短縮長検討したところ、Case2はCase1に比べて平均3m短縮することが可能となった。

6. おわりに

鉄道標準や道路橋示方書に規定されている場所打ち杭の周面摩擦力度 =5N 200kN/m² は、砂質土と砂礫が同じ式と上限値となっている。今回の結果から、図-3に示すように強度の高い砂礫土の周面摩擦力度は基準よりも大きく取れることが分かった。しかし砂礫土の強度(N値)は信頼性が低いため、周面摩擦力度を変更するには、今回のように載荷試験を実施し周面摩擦力度を確認することが必要である。砂礫土の周面摩擦力度が砂質土と同等に評価されている背景には、砂礫地盤における場所打ち杭の載荷試験の事例が少ないことが挙げられる。今後、砂礫地盤の周面摩擦力度の測定事例が増え、砂礫土の周面摩擦力度が適切に評価されるようになることを期待する。本試験結果がその一事例となれば幸いである。

【参考文献】

- 1) 青木一二三：短尺場所打ち杭の載荷試験から得られた支持力特性、構造物設計資料 No.73, pp.18-21, 1983.3
- 2) 青木功・掛川誠一・木村匡・大木紀通・山下清・土屋富男：超高層RC建築基礎に用いられるベト杭の鉛直載荷試験(その1, その2)、第22回土質工学研究発表会, pp.1147-1150, 1987.6
- 3) 奥山一夫・根津菊夫・金坂聖干：砂礫地盤における場所打ち杭の引抜き支持力、第23回土質工学研究発表会, pp.1391-1392, 1988.6
- 4) 麻生稔彦・鳥野清・堤一・玉野好晴・安松敏雄：比較的良好な砂礫層を有する場所打ち摩擦杭の載荷試験、第26回土質工学研究発表会, pp.1363-1364, 1991.7
- 5) 青木一二三・丸山修・田中弘・高瀬昭雄・藤岡豊一：扇状地砂礫地盤における場所打ち杭の鉛直載荷試験(その2)、第47回土木学会年次講演会, pp.868-869, 1992.9
- 6) 鬼頭伸也・田邊成・佐藤博・古賀明：砂礫層における場所打ち杭の押し込み時と引抜き時の挙動の違い、第31回地盤工学研究発表会, pp.1603-1604, 1996.7
- 7) 小西康人・増田達・清水満・加藤誠・永岡高・藤岡豊一：相反載荷試験による地中連続壁の支持力評価、第31回地盤工学研究発表会, pp.1665-1666, 1996.7
- 8) 小椋仁志・渋谷孝男・カルキーマダ・斎藤基治：関東郵政局等庁舎新築工事における大口径場所打ち杭の先端載荷試験(その2)、第32回地盤工学研究発表会, pp.1433-1434, 1997.7
- 9) 日野原稔紀・岡本真悟・小椋仁志・川村明：大口径場所打ち杭の杭先端載荷試験法による鉛直支持力等確認試験、第33回地盤工学研究発表会, pp.1451-1452, 1998.7
- 10) 藤岡豊一・谷口正嗣・阿部知之・青木一二三・住義雄：高品質アースドリル杭の開発実験(その3鉛直載荷試験)、第33回地盤工学研究発表会, pp.1385-1386, 1998.7
- 11) 中安隆年・浅田承扶・梅阪浩・笠羽紀宏：20MN級場所打ち杭の鉛直載荷試験報告(第2京阪道路)、第55回土木学会年次講演会, 2000.9

表-2 載荷試験比較

試験方法	試験装置	場所打ち杭の適用性	支持力の評価	経済性	評価
押し込み試験	x(反力杭必要)				
先端載荷試験	(場合により反力杭必要)				
急速載荷試験	(反力杭不要)				
衝撃載荷試験	(反力杭不要)	x			x

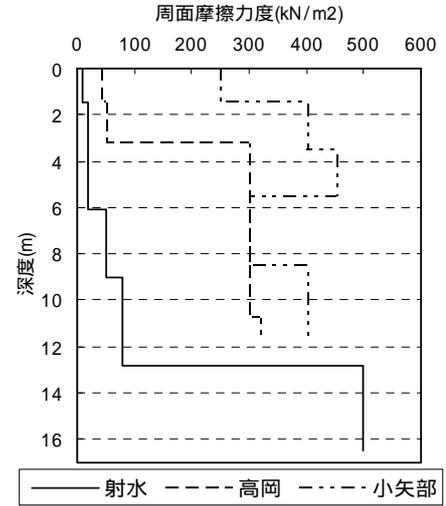


図-2 周面摩擦力度分布

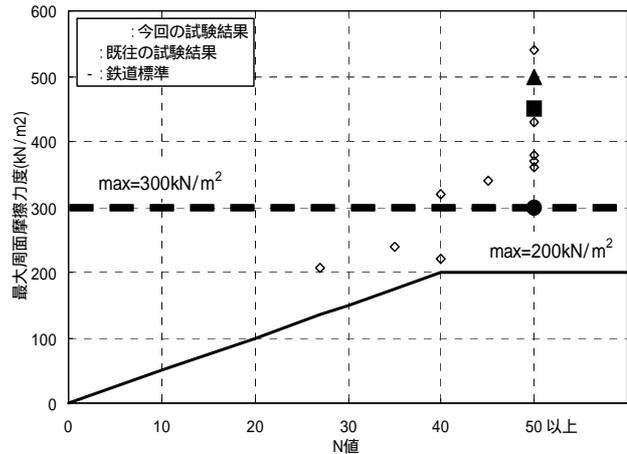


図-3 載荷試験結果(砂礫の最大摩擦力度)

表-3 杭長短縮試算結果

	Case1	Case2	Case2-1	Case2-2
上限値	200kN/m ²	300kN/m ²	300kN/m ²	300kN/m ²
全体降伏震度	0.536	0.536	0.536	0.536
杭降伏震度	0.603	0.571	0.552	0.534
レール変位	82.7mm	131.9mm	140.6mm	-
固有周期	1.172s	1.429s	1.516s	-
周面摩擦力	7657kN	7453kN	7303kN	7153kN
杭長	12m	9m	8.5m	8m
備考	当初設計	修正設計	変位×	支持降伏×