

Ⅲ-486

鋼管矢板基礎の大変形解析

鋼管杭協会 正会員 森川 孝義

鋼管杭協会 正会員 ○龍田 昌毅

鋼管杭協会 正会員 河野 謙治

1. はじめに

鋼管矢板基礎工法は、鋼管矢板の継手を嵌合させ、継手管内にモルタルを充填させることにより井筒全体としての大きな剛性が得られること、また、仮締切り壁を兼用出来ることを特徴とした基礎工法である。

鋼管矢板基礎の水平挙動は、鋼管矢板基礎の継手はずれを生じながらせん断抵抗を発揮するため、井筒全体が完全に一体となった場合とそれぞれの鋼管矢板が独立した杭(群杭)として挙動する場合との中間的な複雑な挙動を示す。設計法としては、各種の実験、現場載荷試験の結果を基に、継手効率を考慮した有限長梁の解析、継手のせん断抵抗を正確に反映させた薄肉断面からなる仮想井筒の三次元解析、立体骨組解析が提案され、設計基準に反映されている。また、水平方向地盤反力係数は、設計地盤面の変位を基準としてひずみ依存性($y^{-1/2}$)を考慮した値が設計に用いられている。

しかし、これらの設計法は、基礎幅の1%または5cm程度の変位を想定して確立されている。今後、設計法が限界状態設計法に移行していく上では、基礎の保有水平耐力、限界状態を明確に定義する必要があり、そのためには大地震時等における大変形時の挙動を把握することが不可欠である。

そこで、本論文では、鋼管矢板基礎の水平載荷試験の中では比較の変位が大きい2例の載荷試験結果をもとに、鋼管矢板基礎の大変形時の解析法について検討を行った。

2. 鋼管矢板基礎の大変形解析手法

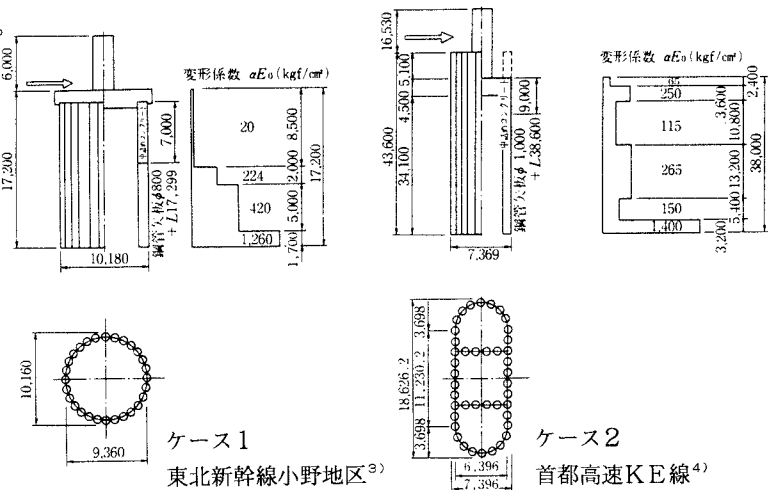
鋼管矢板基礎の大変形時の挙動を解析する上では、継手のせん断抵抗、地盤の水平抵抗、材料の特性(非線形性)を正確に反映させる必要がある。鋼管矢板基礎本体の解析法としては、先に述べたように3種類が提案されているが、せん断が卓越する変形モードおよび大変形時のように継手のせん断抵抗を正確に考慮する必要がある場合には薄肉断面の三次元解析または立体骨組解析が用いられる。材料の非線形性まで考慮できる立体骨組が最も精度良く大変形時の挙動を推定することが出来るものと考えられるが、設計定数の問題等設計上の実用性を考え、本解析では材料は線形として取り扱う薄肉断面の三次元解析を用いるものとした。

地盤の水平抵抗については、現在の設計法においてもひずみ依存性を考慮しており、地盤抵抗の非線形性が反映されている。しかし、この手法は線形解析の延長であり、大変形時の解析には限界がある可能性がある。地盤の抵抗を正確に反映させるためには、各深さでの地盤抵抗と水平変位の関係を考慮した解析法(複合地盤反力法)が必要である。

したがって、本論文では、本体の解析法としては薄肉断面の三次元解析を用い、地盤の水平抵抗については①ひずみ依存性、②複合地盤反力法の2つの方法を対象として大変形時の検討を行うこととした。

3. 載荷試験結果の解析

解析は図-1に示す2例の載荷試験結果を用いた。地盤条件はケース1は軟弱な粘性土であり、ケース2



ケース1

東北新幹線小野地区³⁾

ケース2

首都高速KE線⁴⁾

図-1 解析に用いた鋼管矢板基礎

は上部に6mの砂層が有り、その下は粘性土である。解析方法は継手のせん断特性は一定とし、地盤抵抗を変化させ、解析値と載荷試験結果が一致する定数を求めた。継手のせん断剛度(G)は 60000 tf/m^2 、せん断耐力(q)は 13.3 tf/m とした。①ひずみ依存性による方法では、道路橋示方書の常時の地盤反力係数(側面の割増しは考慮せず)を基準に載荷試験結果と一致する倍率(K 倍)を求めた。②複合地盤反力法では、地盤反力と水平変位の関係をバイリニアと考え、初期地盤反力係数は道路橋示方書の常時の地盤反力係数(基準変位量での値)を基準とし、極限地盤反力度はクーロンの受働土圧強度を基準とし、載荷試験と一致するそれぞれの割増し係数 α_k 、 α_p を求めた。①、②ともに地盤抵抗を前面と側面に分離するのは困難であるので、側面の抵抗も前面に含まれるものとした。

表-1には、解析結果と載荷試験結果が一致したときの、地盤抵抗の割増し係数を示す。図-2に割増し係数を用いた解析結果と載荷試験結果との比較を示す。載荷試験を行ったレベルの変位では①、②共に載荷試験の結果を良く再現している。

大変形時の挙動を検討するために解析に用いたケースについて、更に大きな荷重を作用させた。その結果も図-2に示してある。粘性土が主であるケース1は変位が10cm程度でも①、②の方法による差は少ないが、上部が砂であるケース2では変位が5cmを越えると差は大きくなっている。

4. おわりに

鋼管矢板基礎の大変形挙動を検討するために、薄肉断面の3次元解析法を用いて載荷試験の結果を解析した。その結果、以下の結論を得た。1) ひずみ依存性を用いた場合、基準の k 値を2.5倍程度割増すと載荷試験の結果と一致する。2) バイリニア型の複合地盤反力法を用いた場合、 $\alpha_p = 1$ 、 $\alpha_k = 6$ を用いると載荷試験結果と一致する。3) 砂層の場合、天端変位が5cmを越えるとひずみ依存性による方法と複合地盤反力法の違いが大きく生じてくる。今後は、更に詳細な解析法との比較、材料非線形性の影響について検討を行い、鋼管矢板基礎の大変形時の解析法を確立していく必要がある。

[参考文献] 1) 日本道路協会：鋼管矢板基礎設計指針，1984.2. 2) 日本道路協会：道路橋示方書下部構造編，1990.2. 3) 大植：鋼管矢板井筒基礎設計指針—鉄道橋について—，基礎工，1984.12. 4) 大貫，山下，花井：鋼管矢板井筒基礎の水平載荷試験，基礎工，1984.12.

表-1 解析結果(地盤抵抗の割増し係数)

地盤解析法	係数	ケース1	ケース2
①ひずみ依存	K	2.5	2.8
②複合地盤反力法	α_p	1.0	1.0
	α_k	6.0	6.0

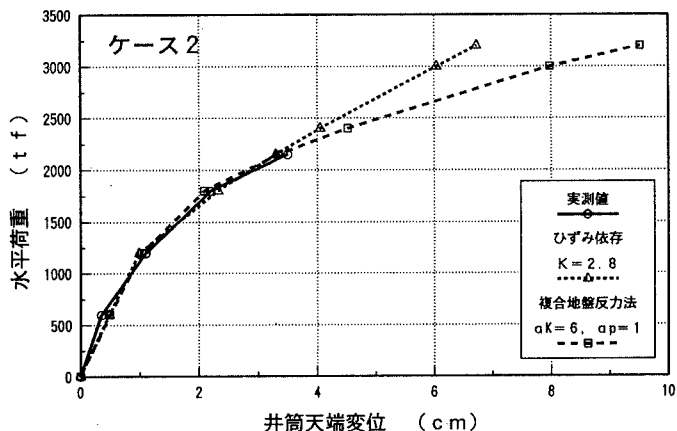
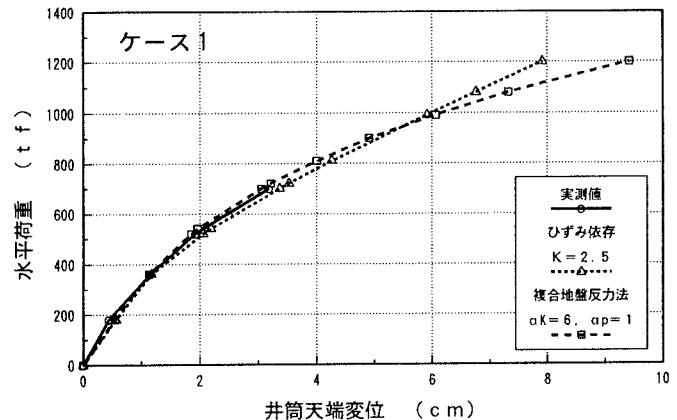


図-2 解析結果と載荷試験結果の比較