

VI-166

既存基礎くい補強方法について

東京ガス（株） 峰岸孝二、堤 洋一
東亜建設工業（株） 小堀共生、松室能生

1. はじめに

市街地にある貯槽、栈橋、橋梁及び建物などは、従来からの維持管理とともに社会ニーズの変化、すなわち、用途変更や設計震度等の見直しに対しても適切な処置を施す必要がある。こうした施設の基礎くいに設計値以上の大きな力が発生する場合の補強の一方法として既存基礎くい（以下、既存くい）の剛性をあげることが考えられた。そして、その施工法は、既存くいの回りに半円鋼板を組み合わせた鋼管（以下、合成くい）を圧入打設し既存くいとの間にコンクリートを充填することである。ここでは、既存くいの回りに合成くいを圧入打設する工法について圧入力予測の一方策が得られたので報告する。

2. 圧入の機構

既存くいの回りへの合成くいの打設には、周辺地盤を乱さずに施工することが必要で、このための工法として「水平ジェット中掘圧入工法」（以下、ジェット中掘工法）が適当と考えられた。ジェット中掘工法は、合成くいの内側に取り付けた水平ジェットを噴射させ、管内土を泥水化しバキュームポンプで排出しながら合成くいをジャッキ圧入していく工法である（図-1 参照）。この工法では管内土を泥水化・除去することで合成くいの圧入に必要な力（以下、圧入力）は、合成くい外面の周面摩擦抵抗と合成くいの先端抵抗のうち先端抵抗を大幅に減少させ得る。しかし、圧入力の算定は、周面摩擦抵抗については既存文献資料を参考に推定できるが、先端抵抗に関しては、その推定法を明らかにする必要がある。

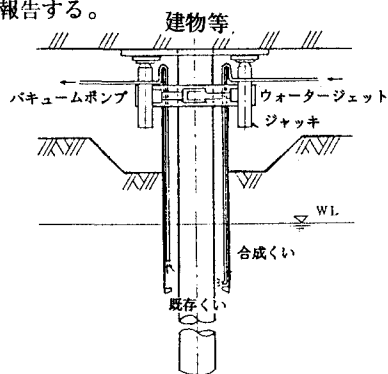


図-1 ジェット中掘工法 概念図

3. 実験施工

ジェット中掘工法の実験施工を平成3年8月千葉県内の埋立地で実施した。実験施工した地盤は図-2に示すように細砂地盤と細砂の埋土で構成されていた。実験における計測は、圧入力、圧入速度及び管内土の排除状況を確認するための管内地盤高さについて行った。また、合成くい圧入完了後、合成くいの引抜試験を行った。なお、施工実験完了後実施したボーリング結果から事前、事後に有意な差は認めらず、地盤の乱れはなかった。

4. 圧入力データの分析

圧入力データの分析は、[圧入力（R）＝周辺摩擦抵抗力（R_s）＋先端抵抗力（R_p）]とし、ボーリング資料より在来地盤（深度5.2m～10.1m）とされる層で行った。この時の各種計測値を図-3に示す。

1) 周面摩擦抵抗力（R_s）

深度10.1mでの引抜試験結果43.8tから「中掘り鋼管杭の支持力調査

結果」¹⁾を参考に周面摩擦度（f_s）と平均N値との関係（α）を算出すると $\alpha = 43.8 \div (\Sigma A_s \cdot \bar{N})$
ここに A_s：合成くい周の全表面積、N：平均N値 これより $\alpha = 43.8 \div 218.3 = 0.2$

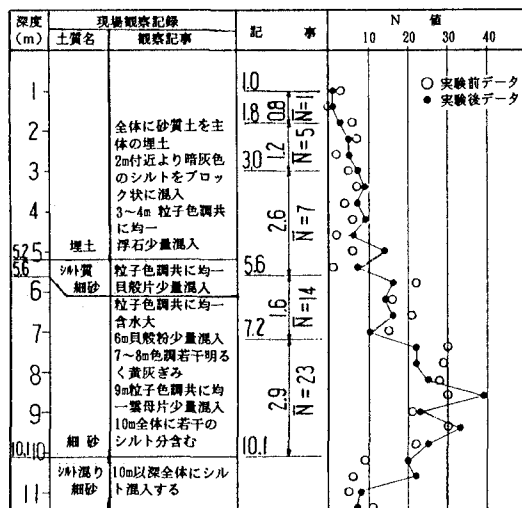


図-2 ボーリング調査資料

故に、 $f_i = 0.2\bar{N}$ となる。

2) 先端抵抗力 (R_p)

管内が土砂で詰まりこれが抵抗するものとして、この全体的な係数を閉塞効率 (n) で表すこととし「載荷試験による先端閉塞効果の試験結果」²⁾を参考に実験施工データを(図-3、図-4)を分析する。閉塞効率は、「建築基礎構造設計基準・同解説」(日本建築学会)が準用できるものとして検討し、

$$R_p = n \times 30 \times \bar{N} \times A_p \quad \text{とする。}$$

ここに A_p : 先端閉塞面積 ($=0.212\text{m}^2$)

この閉塞効率は

$$n = 0.16 \times (L_B/d_i) \quad \text{但し、} 2 \leq (L_B/d_i) \leq 5$$

$$n = 0.8 \quad \text{但し、} (L_B/d_i) > 5$$

ここに L_B : 支持層への根入れ深さ d_i : く

いの内径 とされているが、これを L_B : 管内地盤残存土厚(管内地盤高)、 d_i : 外管と内管の距離 と読み換え閉塞効率を考える。実験施工結果から比例係数 β を求め基準式との比較を試みる。ここに $\beta = n' / (L_B/d_i)$ 、 $n' = R_p / (30 \times \bar{N} \times A_p)$ とし表-1に計算結果を示す。

a. 深度7.2m~10.1mでの分析

係数(β)は、基準式0.16に対して実測値は0.13~0.27であり、ほぼ等しい値を示した。深度7.4m~8.4mでは0.24~0.27であり、深度8.9m~9.9mでは、0.20~0.13と小さい値を示しているが、10.1m以深がN値の小さい層であったことを考えると β は0.25程度が妥当であろう。

b. 深度5.2m~7.2mでの分析

深度5.6m~5.8mでは、実測から $L_B = 0.7\text{m}$ であり($L_B/d_i = 4.67$)であっても、 n' は0.60~0.79であった。これは深度7.2m~10.1mでの $\beta = 0.25$ から類推される値($n' \leq 1$)より低い値となっている。このことは施工過程で一度圧入を止めたことで乱された土砂が舞い戻って管内残留土となり土砂がN値14よりもかなり小さくなったためと考えられる。

また、深度6.9m~7.1mでの実測においても $L_B = 0.8\text{m}$ 、 $n' = 0.66 \sim 0.92$ であり、管内土が乱されて柔らかくなった層では、係数(β)を0.25より小さい値として計算する必要がある。

5. おわりに

これら圧入力データの分析は、ジェット中掘工法における圧入力計算の一方法として利用可能と考えられるが、今後の問題としてくいの径の変化に伴う閉塞効率の違いについてさらに検討を続ける必要がある。

参考文献: 1) 「杭基礎設計便覧」(社)日本道路協会

参考文献: 2) 「鋼管杭—その設計と施工—」 鋼管杭協会

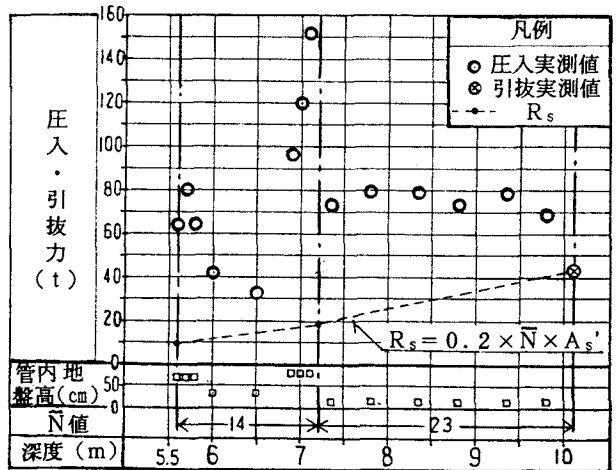


図-3 実験施工計測値

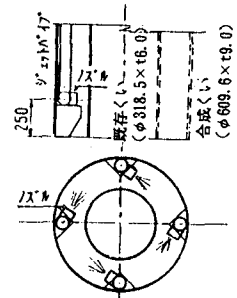


図-4 合成くいの先端部

表-1 実測値から算出した先端閉塞効率

深度 (m)	実測値 R(t)	R _s (t)	R _p (t)	n'		L _B /d _i	β
				N=14	N=23		
5.6	64	9.58	54.42	0.611		4以上	—
5.7	80	10.11	69.99	0.786		"	—
5.8	64	10.65	53.35	0.599		"	—
6.9	96	16.55	79.45	0.892	0.656	"	—
7.0	120	17.08	102.92	1.156	0.703	"	—
7.1	152	17.62	134.38	1.509	0.92	"	—
7.4	73.44	19.92	53.52		0.366	1.418	0.26
7.9	79.52	24.32	55.20		0.377	"	0.27
8.4	78.4	28.72	49.68		0.340	"	0.24
8.9	73.44	33.13	40.31		0.276	"	0.19
9.4	78.72	37.53	41.19		0.282	"	0.20
9.9	68.32	41.94	26.39		0.180	"	0.13