

建設省土木研究所 正員 ○大志万和也

住友金属工業 正員 尾西 正之

" 正員 三浦 英徳

1. まえがき 鋼管ぐいの先端閉塞効果は貫入土の土質や貫入長によっても違うことはよく知られており理論的にも検討されている。¹⁾²⁾³⁾ しかし最近太径ぐいの先端閉塞効果が小径ぐいより低いともいわれているので、ここではこの先端閉塞効果を解明するのを目的として、均一な屋外砂質実験土槽を用いた鋼管ぐいの押込試験および鋼管内部に人為的に充てんした中詰土の押抜試験を行なった結果を報告する。

2. 実験土槽と実験砂の概略 実験土槽には千葉県浅間山の砂 ($\gamma = 1.6 \text{ gr/cm}^3$, $\phi = 3.3^\circ$, $C = 0.13 \text{ Kg/cm}^2$) を用い、層厚 20 cm 毎にまき出し、振動式ランマで均一に転圧した。屋外実験場のため地下水位の影響が懸念されたが、井戸 ($318\phi \times 7 \text{ m}$ 鋼管) で地下水位を観測した結果充分低くその影響は無いと考えられた。実験土槽製作後標準貫入試験を数ヶ所行ないその転圧状況を調べたが、いずれも深さ 5.5 m で $N = 20$ となるような三角形分布に近く、ほぼ均一な土槽と考えられる。その代表的なものを図 1 に示す。中詰土押抜試験での砂の充てんは、層厚 10 cm 毎に重量 1.5 gr./ cm^2 の転圧板を高さ 50 cm から落下させ、各層 1 回ずつ締固めた。

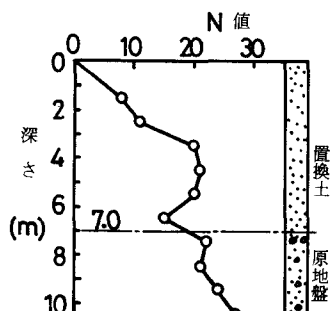


図1 土槽のN値分布

3. 実験結果と考察

3.1 くい支持面圧におよぼすくい径と根入比の影響

図 2 は実験土槽に対する開端ぐいの押込試験結果、図 3 は押抜試験の結果である。両面で明らかなように、くい先端の面圧、 σ ,

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (1)$$

と根入比、 l/D 、の関係として整理すると (1) くい径にかかわらずほぼ同一線に載る。(2) 前報 III-139 でも述べたとおり図 2 で開端杭と閉端杭の勾配が平行となっており、開端杭は根入比、 $l/D = 2$ 、とれば閉端杭と同等の先端支持力が得られる。(3) 図 3 の中詰土押抜実験結果より、有効な押抜抵抗が生じるに必要な中詰土長比は $l_0/D \geq 2$ の領域で、 $l/D \geq 4$ (or $l_1/D \geq 2$) になると押抜抵抗が急激に上昇しており閉塞状態に達するようである。なお l_0 は中詰土の転圧条件により変化する。

(4) 図 3 の $l/D \geq 4$ ($l_1/D \geq 2$) における勾配と図 2 の勾配を比べると前者が著しく大きい。これと (2) の結果とあわせ考えると押込実験では $l/D \geq 2$ で閉塞状態に達し、開端杭の支持力は地盤支持力に等しくなることを示している。

3.2 先端閉塞に有効な貫入土の領域 図 4 は押込試験、図 5 は押抜試験におけるくい周囲のひずみ測定から求めたくいの応力分布図である。これから、くいの先端より $l = 2D$ の範囲に大きなフープ応力が生じており、この領域に大きな側圧が働いているのがわかる。

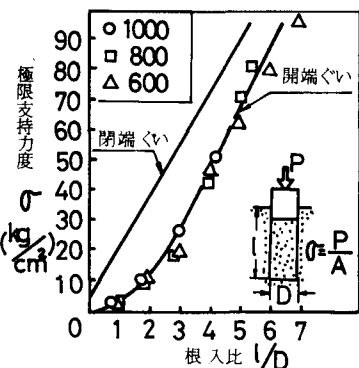


図2 押込試験

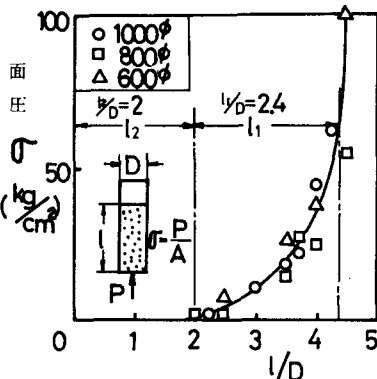


図3 中詰土押抜試験

軸応力の分布もやはりこの領域で、急激に減少し、それ以上の範囲では、ほとんど変化していないのが認められる。すなわちこの領域では管内面に大きな壁面まざつ抵抗が働いているのがわかる。換言すれば、先端閉塞を起す有効部分は、杭先端から約2Dの範囲であって今回の結果に対しては、従来のように貫入土全長にわたり壁面まざつ抵抗が存在するという仮定は適用できないといえる。この点をさらに別の角度から確認するため、標準貫入試験により貫入土の締固まり状態を調べたのが図6である。この結果は側方拘束の影響もありそのまま貫入土のN値として評価はできないが、くい先端から約2Dでは $N \geq 60$ となり強固に締固まっているのが認められる。

3. 3. 壁面まざつ係数と側圧係数 前述の有効閉塞長、 l_e 、の領域では、壁面せん断応力および側圧は一定と仮定すれば

$$\tau = \frac{D}{4 l_e} \sigma \quad (2)$$

なる関係が得られる。他方、壁面まざつ係数を μ （砂の場合粘着力は無視する）、側圧係数を ν （ $=\sigma_v/\sigma$ ）とすると、 $\tau = \mu \nu \cdot \sigma$ であるから

$$\mu \nu = \frac{D}{4 l_e} \quad (3)$$

なる関係が得られる。今回の実験では、 $l_e \approx 2D$ ゆえ $\mu \nu = 0.125$ となる。 $l_e = 2D$ と仮定して実験値 τ と σ の関係を示したのが図7で $\mu \nu$ の実験値は0.12となり、計算値とよい一致を示している。したがって、 $\mu \nu$ すなわち有効閉塞長 l_e の決定方法として中詰土押抜試験は有力な方法といえる。なお、今回得られた $\mu \nu$ の値は山原の実験結果²⁾の約2倍、著者の1人ら⁴⁾の実験値の1/4となっている。このことは、使用する鋼管くいの種類（内面の粗度）や使用砂の種類（物理定数）によってかなり変化するものと考えられる。

4. むすび 以上600φ～1000φ鋼管くいの実験土層による押込実験結果より、貫入土の力学状態を検討した結果、先端閉塞に有効な貫入土の領域は杭先端から約2Dの範囲になることが判明した。しかし、この閉塞長 l_e は土質によって変るものと考えられ、 l_e の理論的決定法および、その際必要な壁面まざつ角、側圧係数の合理的決定方法の確立等は今後の課題である。

参考文献

- 1) 山原 浩：鋼管くいの閉塞効果と支持力機構（その1），日本建築学会論文報告集，第96号，PP28～35，1964，3
- 2) 山原 浩：鋼管くいの閉塞効果と支持力機構（その2），日本建築学会論文報告集，第97号，PP34～41，1964，4
- 3) 土木研究所資料：くい先端部の閉塞効果について，土木研究所資料，第848号，昭和48年5月
- 4) 土木研究所資料：鋼管くいの先端閉塞効果（第1報），土木技術資料，18-5，PP32～37，1976

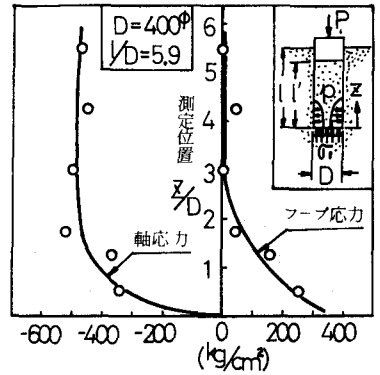


図4 くい先端部付近の応力分布

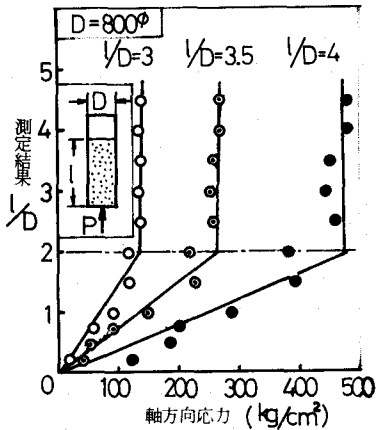


図5 くいの軸方向応力分布図

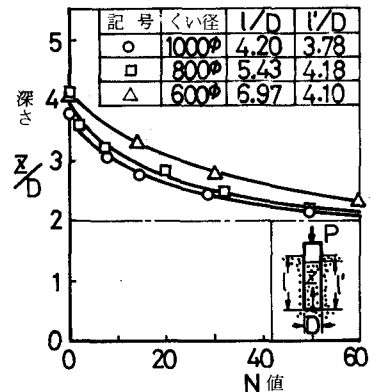


図6 管内貫入土に対する標準貫入試験結果

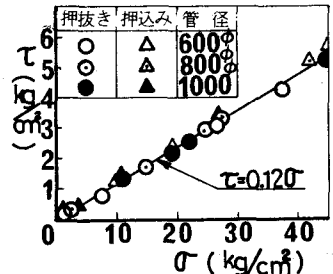


図7 $\tau - \sigma$ 関係