

III-223

遠心力模型による剛な埋設管の土圧測定 (素掘り開削工法によって埋設された場合)

大阪市立大学

東田 淳・中橋貞雄(現日本工管)・矢野博彦

まえがき 現行の埋設管設計法は管に働く鉛直土圧を単純な等分布と仮定しており、これが管にひび割れを生じさせる原因の1つになっている。筆者らはこれまで剛性管の土圧について研究してきた¹⁾が、今回は剛性管が素掘り開削工法によって設置された場合(以下、素掘り施工溝型と呼ぶ)の土圧について報告する。

実験の方法と種類

原型の1/30を想定した模型実験装置(Fig.1)を遠心加速度30g場に置き、素掘り施工溝型(Ditch-0)で設置された剛な模型管(表面滑)に働く垂直、せん断応力 σ 、 τ の分布を測定した。Table 1に模型の基本寸法を示した。地山の条件は矢板を用いずに素掘りできる程度に十分かたい場合を想定して、厚さ6mmの鉄板を掘削溝の外側に設置した。鉄板にはWt% $\text{Fe}-11\%-G-40$ (砂の粒径0.3~0.7mm)を貼付けて粗な表面とした。埋戻土はこれまで¹⁾と同じ気乾状態の瀬戸けい砂を用いた。実験は30gまで遠心加速した後、20t輪荷重を想定した地表面載荷を行った。以上により、土被り高Hを4.5、9、12cmの3通りに、埋戻土の密度を密詰($\rho_a=1.55\text{t/m}^3$)、ゆる詰($\rho_a=1.43\text{t/m}^3$)の2通りに変化させた6ケースの実験を行い、各要因による土圧の変化を捉えた。

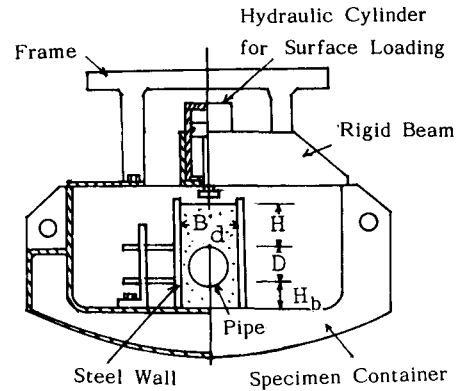


Fig. 1 Testing System (Ditch-0)

Table 1 Standard Model (unit : cm)

	D	H	H _b	B _d
Model	9	9	4	13
Prototype	270	270	120	390

実験結果

Fig.2a(密詰)、b(ゆる詰)に载荷前の実測 σ 、 τ の分布を示した。a、b両図の左半分が σ 、右半分が τ の分布で、 τ はごく小さいので σ の5倍のスケールで描いてある。Fig.3は、Fig.2の σ 、 τ の分布から求めた鉛直、水平土圧の分布を管頂での土被り圧 γH との比として示したものである。また、Fig.4は実験結果を上から順に土圧総量(鉛直、水平) $P/\gamma H D$ 、土圧強度(管頂、管底) $p/\gamma H$ 、荷重形状係数 K' 、荷重係数 K に対する H/D の影響として示したものである。2つの係数 K' 、 K は次式によって求めた。

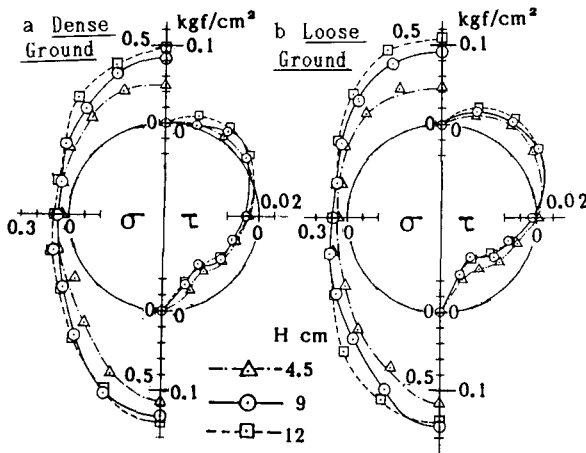


Fig. 2 Normal and Tangential Stresses (Ditch-0)

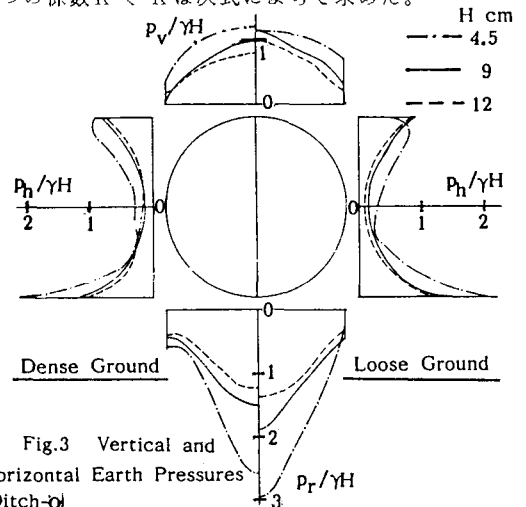


Fig.3 Vertical and Horizontal Earth Pressures (Ditch-0)

$$K' = \frac{M_{max}}{(Q/D) \cdot (D/2)^2} \dots (1)$$

$$K = \frac{M_{max}}{(\gamma H) \cdot (D/2)^2} \dots (2)$$

ここに、 M_{max} : 管に生じる最大曲げモーメント(計算値)、 P_v : 実測鉛直土圧総量、 D : 管外径、 Q : 鉛直荷重総量で、管自重 W を与えた時に $Q = P_v + W$ 、与えない時に $Q = P_v$ である。

なお通常設計で用いられる 180° 等分布鉛直土圧、 120° 等分布鉛直反力、水平土圧は無し、の条件では $K' = 0.275$ となる。

Fig.4から、土被り高 H が増えると、 $P/\gamma HD$ はかなり減り、管底土圧 $p_b/\gamma H$ も減って管頂土圧 $p_t/\gamma H$ との差が縮まり、 K も減る。

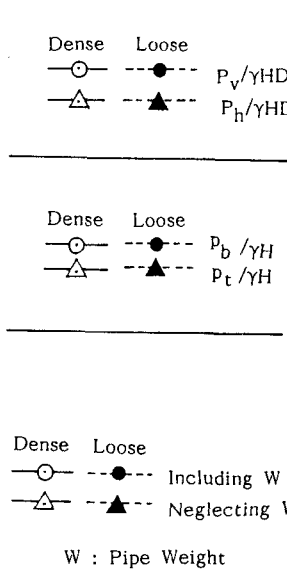


Fig.4 Test Results (Ditch-0)

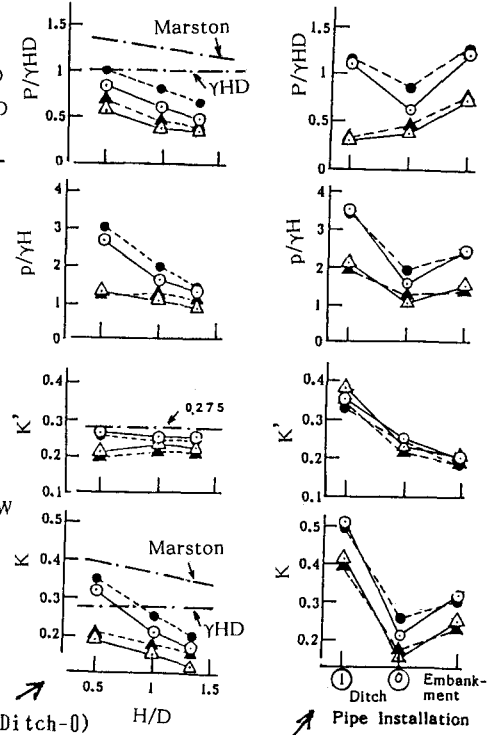


Fig.5 Comparison of Pipe Installation

他の設置形態との比較

基本寸法模型の場合について、既に報告した2つの管の設置形態(矢板施工溝型; Ditch-1、盛土型; Embankment)と今回の素掘り施工溝型(Ditch-0)の実験結果を比較して示したものがFig.5、6である。矢板施工溝型のデータは2枚の模型矢板を同時に引抜いた時に管頂土圧が最大となった時点のもので、他の2つは载荷前のデータである。両図から、素掘り施工溝型の場合は他の設置形態の場合に比べて、鉛直土圧総量と管頂、管底土圧は最小で、 K 値も最も小さいことが分かる。

素掘り施工溝型に対する現行設計法の評価

素掘り施工溝型に対して用いられる鉛直土圧算定式はMarstonの溝型式と管直上型土圧式($P_v = \gamma HD$)の2つである。両式によって算定した $P_v/\gamma HD$ 値(密詰、ゆる詰の場合の平均値)をFig.4の最上段に、また $K = 0.275 \cdot (P_v/\gamma HD)$ によって求めた K 値を最下段に一点鎖線で示した。実測による $P_v/\gamma HD$ 、 K (管自重を与えない場合)と比べて、Marstonの溝型式による $P_v/\gamma HD$ と K の値はかなり過大である。また管直上型土圧式による $P_v/\gamma HD$ 値はMarstonの溝型式よりは実測に近いが、 K 値はやはり実測よりも大きい。このように、現行設計法は矢板施工溝型、盛土型の場合と同様に、素掘り施工溝型の場合にも実際と合わない。

謝辞：本研究に対し元大阪市大教授 三笠正人先生のご指導を頂いたことを記し、深謝の意を表します。

参考文献 1) 東田・三笠: 遠心力模型実験による剛性埋設管の土圧の検討, 土木学会学会論文集, 376号, 1987.

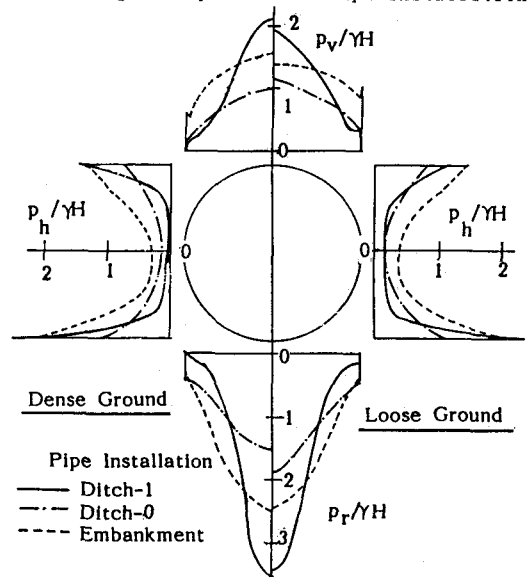


Fig.6 Vertical and Horizontal Earth Pressures