

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 ○ 一久保 和幸
 “ 東海電気通信局 正員 塩見 博司
 “ 東京電気通信局 梅津 孝雄

1. はじめに

電話、上・下水道、ガス、電力等の公益事業体による管路埋設工事では、施工が容易で確実な上経済的にも優れることから開削工事が主体となっている。しかし、建設公害に対する行政的指導及び社会的観視の強化から、従来は特殊な区間に限定されていた非開削工法の適用が徐々に拡大されつつある。このため、長距離も正確かつ高速に施工できる小口径トンネル技術が各方面で要望されている。本報告では、これら非開削工法のうち無排土圧入工法の周辺地盤に与える影響について実験結果を報告する。

2. 無排土圧入工法の概要

先端を鋭くした管体埋設機(図-1参照、以下穿孔機と呼ぶ)を地中に水平圧入させ、内径の90%の小口径トンネルを築造する方法を管推進工法(おさひ)と呼ぶ。本工法の特徴は、掘削・排土機構を必要とせず、穿孔機に方向制御や位置、姿勢角計測機構を容易に装備できること及び比較的高速で長距離も正確に施工できることである。

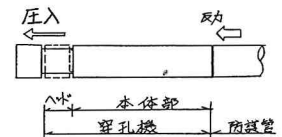


図-1 穿孔機概略図

3. 圧入のメカニズム

穿孔機を地中に水平圧入させると、地盤は周辺に押し広げられ連続的な圧入と反力せん断破壊を生じる。このときの周辺地盤の状態は、図2に示す室内模型実験の結果から図2に示した4つの領域に分けると推定される。また、無排土圧入工法の圧入メカニズムは、穿孔機が地盤を押し広げる際に生じる変位と応力を周辺地盤が吸収する過程と考えられる。

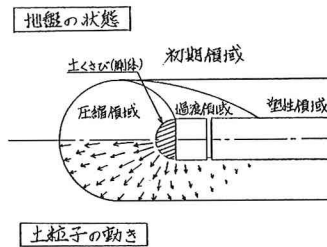
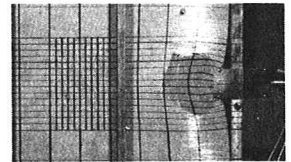


図2 圧入のメカニズム概念図

a) 圧入開始(圧縮領域形成)



b) 圧入中の地盤状態

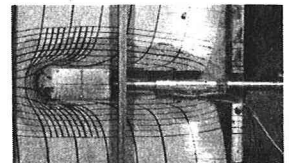


図3 周辺地盤の挙動(模型)

4. 周辺地盤の挙動

穿孔機の圧入に伴って発生する土の圧入→せん断→破壊の過程は、穿孔機ヘッド前面に形成される圧縮領域に集中している。従って圧縮領域の大きさは、そのまま本工法の地盤に対する影響範囲と言える。ここでは、地盤の変位測定結果から圧縮領域を決定し、同時に地表面への影響についても考察する。

4-1 土質条件

本工法を試験調査した地盤の土質条件を表1に示す。

4-2 地表面変位

図4に地表面変位を光学測量した結果を示す。地表面に現れた隆起及び沈下は概ね±2%の範囲内にあり、特に舗装で拘束された条件下では微小のため地盤問題とならなかった。

4-3 地盤内変位

表1. 土質条件

項目	記号	単位	① 砂	② 中位	③ 中位	周東	粘土
粒 径 分 布		%	10	1	0	0	
含 砂 分 布		%	71	80	35.5	12.5	
含 シルト 分 布		%	7	9	63.5	28	
含 粘 土 分 布		%	12	10	1	59.5	
比 重	G _s		2.653	2.669	2.708	2.410	2.714
単位体積重量	γ _t	kg/m ³	1,270	1,789	1,700	1,308	1,669
含水 比	w	%	16.5	15.5	25.0	95.5	55.4
固 相 比	e		1.436	0.730	0.990	2.781	1.527
粘 着 力	c	kg/cm ²	—	0.25	0.28	0.04	0.68
内摩擦角	φ	度	—	28°00'	26°00'	21°30'	3°45'
軸圧縮強度	q _u	kg/cm ²	—	—	—	0.71	1.02
N 値			3	7~11	5~10	2~5	8~10
(備考) 土盛り	m		29	26~27	24	15~27	24
施工条件							
由井半径	m		150	170	200	200	170
推進長	m		15		90	50	90

穿孔機の圧入に伴う周辺地盤の挙動を確認するためには、穿孔ヘッド前方に形成される圧縮領域内の地盤変位量を直接測定する必要がある。そこで図5に示す地盤内変位計測装置により地盤内変位計測を実施し、影響範囲の大きさと変位量の分布を求めた。その結果を図6に示す。

5. 考察

水平に圧入される管体の体積増加によって生じる土の変位と応力は、地盤内の空隙に吸収され、局所的な圧密現象が発生していると推察される。このため地盤内変位は土の圧密特性に支配され空隙比との間に一元的な関係が成立するはずである。そこで変位量と空隙比の関係を図7に示し、以下に考察する。

5-1 土質による挙動の相違

(1) 砂：砂の変位量は、空隙の減少に伴って急激に増大するが、これは砂特有のタイレンシー成分が加わるためと考えられる。

(2) 粘土：粘土は大きな空隙比を持つが、空隙中の水分が非圧縮性であり排水速度も小さいため、変位と応力は吸収され難く、砂に比べ変位量を示す。

(3) ローム：ロームは最も大きな空隙比を有しており、かつ透水性があるので本工法にとって最適の地盤と言える。

5-2 影響範囲

穿孔ヘッド前面の圧縮領域直径(影響範囲)は、近似的に次の方法で求められる。(図6より)

圧縮領域直径 $\div$ 変位量 $\times$ となる穿孔ヘッドからの距離 (cm)

5-3 地表面変位との関係

地表面は応力・変位ともに解放された条件のため、隆起や沈下を防ぐには、(影響半径)以上の自重による拘束を確保できる土被りが必要である。表2に地表面変位量0のときの土被りとそのときの圧縮領域半径を示すが、土被りは圧縮領域半径の約2倍となっている。つまり本工法で地表面に変位を与えない土被りは影響半径の倍又は圧縮領域の直径程度が必要と言える。但し、鋪設等が地表面拘束された場合は、当然これよりも小さいはずである。

6. まとめ

今回の実験では、穿孔機の圧入に伴う地盤内の体積増加が、周辺地盤に吸収される際、地盤内変位とその影響範囲が土質と空隙比に左右されることを確認した。今後は本工法の適用土質を左右するパラメータについて明らかにしてゆく予定である。

参考文献) 塩見他「水平貫入体の貫入抵抗に関する一考察」

土木学会第38回全国大会 III-55 お3

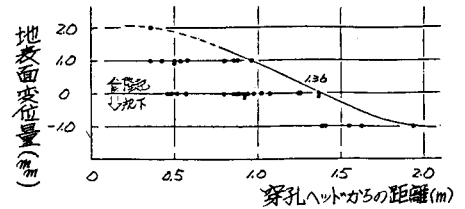


図4 地表面変位計測結果

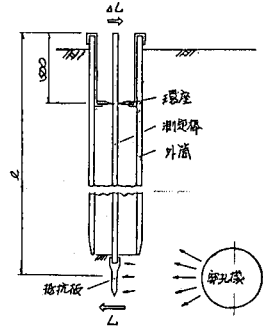


図5 地盤内変位計測装置

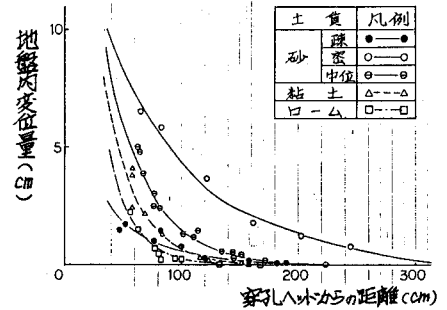


図6 地盤内変位計測結果

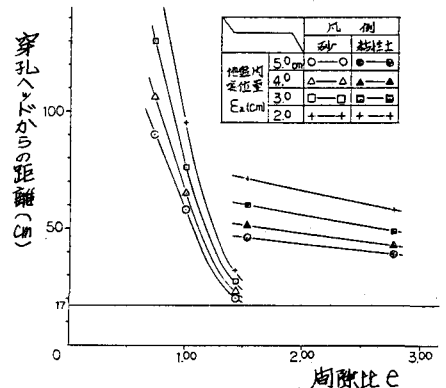


図7 地盤内変位と空隙比

表2 変位の出ない土被りと圧縮領域半径

土質	A. 地表面変位の の土被り(m)	B. 圧縮領域の 半径 (m)	A/B
砂(中位)	2.34	1.16	2.02
粘土	2.27	1.02	2.23
ローム	1.69	0.89	1.90