

東京電力株式会社 正会員 吉川新吉  
清水建設株式会社 今泉時男

1. まえがき

最近の都市土木でのシールド工事に於いて、シールド工事が地下埋設物に与える影響が問題となっている。この影響は、数多くの要素に起因し複雑な為現在のところ実測データを積み重ねて理論的裏付けをすることが要求されている。

本論文は、東京電力の千川通り管路新設工事(2工区)に於いて測定を行なった結果を報告し、考察を述べるものである。

当現場は千川通りにあり、発進立坑から350m区間にガス管(φ600, DP1.800, 中圧管), 又全線1340mに千川上水管(φ1000, DP1600)を抱え、早稲田通りとの交差部でもガス管、水道本管(φ1200, DP3900)の横断管がある為、この防護方法、及び路面変状の防止に万全の対策を立って施工してゆく必要があった。(図-1, 2 参照)

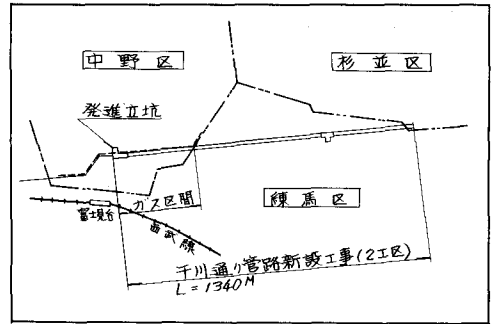


図-1

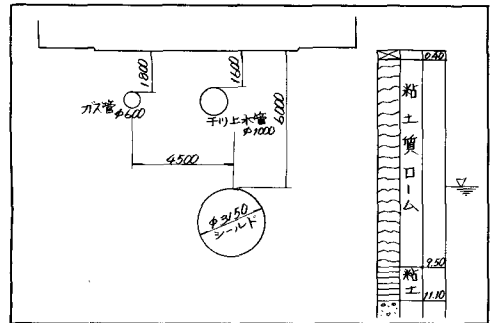


図-2

2. 地中挙動の理論値

1) 各方式による計算値

地中挙動の解析には、もっとも広く用いられている有限要素法を使用し、ガス管位置の沈下量、路面の最大沈下量をここに示す。

今回の解析ケースに於いては、均等地盤 粘土質ローム層であること、地下水位も低くローム層は過密状態である為地下水の変動による圧密の心配もないこと、等により比較的良好な結果が得られていると思われる。

表-1 に計算に採用した土質定数を示し、表-2 に各条件による計算結果を記し、参考のために 小松田氏の式、Limanovの式、Jefferyの式による計算結果を列記する。

表-1, 2

土質定数	記号	採用値	業注後
単位体積重量	$\gamma_s$	14% <sup>3</sup>	"
ポアソン比	$\nu$	0.4	"
変形係数	$E$	60% <sup>3</sup> / 120% <sup>3</sup>	"
粘着力	$C$	0.35% <sup>3</sup> / 0.7% <sup>3</sup>	"
内部摩擦角	$\phi$	10°	"

	有限要素法				小松田氏の式	Limanov <sub>式</sub>	Jeffery <sub>式</sub>
	I	II	III	IV			
テール外充填率	0%	100%	0%	100%	70%	0%	
薬注	0	0	考慮	考慮	0	0	
セグメント剛性	0	考慮	0	考慮	0	0	
地表面(mm) 最大沈下量	-23.3	+24	-11.1	+1.5	-27.5	-89.7	-26
ガス管の沈下量(mm)	-14.9	+1.5	-7.5	+1.0	+3.6	-11.9	-12.5

## 2. 考察と許容値に関する考え方

計算結果によると、裏込注入が理想的に施工できた場合は地盤の変形は極めて少ない（解析ケース、Ⅱ、Ⅳ）又、一次葉注を行なった場合には裏込注入の効果が期待できなくともガス管の沈下量は7.5mm程度に収まる（解析ケース、Ⅲ）。このように裏込注入の施工の良否が沈下量にかなり影響する。しかし現実には、裏込注入を完全な理想的状態に施工する事は困難で（当現場は理想に近い同時裏込注入を採用）この不備を一次葉液注入で補なう事が良策である。またガス管の沈下管理の許容値として不平等沈下による各タイプの計算を行ない、最も条件的にきつい状態（埋設管が非常に狭い区間で支持力をむくす場合）を考へ、ガス管位置での許容沈下量を4mmと決定し管理した。（なお東京ガス指定の許容値は20mmであった。）

## 3. 地中挙動の測定方法と結果

### 1) 測定方法の説明

初期掘進部（無圧気、葉液注入）では、千川上水管に水管水圧式沈下計（自動記録式）を10M間隔で6ポイントし地盤変動が収束するまでの期間測定し、路上にはシールドセンターとガス管上に5M間隔で鉄を打設して1日2回の測定を行なった。

### 2) 測定結果の傾向

(a) NO.1でははっきり現れなかったがNO.2～NO.6ではシールド機が7M～10Mに近づいた時から隆起を開始して真下に来た時最大(2mm～4mm)の隆起を示し7M～8M通過後には元の状態にもどる。

(b) 沈下の収束はNO.1が4mmの他は2mmである。

(c) グラフには示さなかったが、裏込注入時（注入圧1kg/cm<sup>2</sup>）葉液注入時（注入圧4kg/cm<sup>2</sup>）に注入付近の測点で隆起(1mm～2mm)

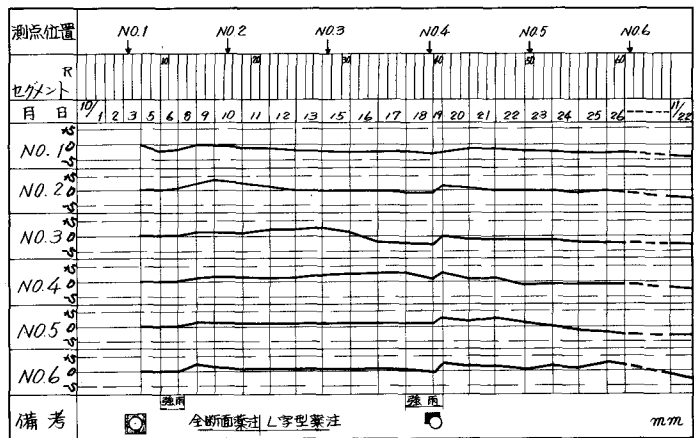
がみられ3M～10Mで元の状態にもどった。また強雨が来た後は隆起の傾向を示した。

(d) 路面測定の結果は変位がみられなかった。

### 3) 測定結果からの考察

シールド掘進は、先掘りせす地山に貫入させながら推進を行なっているのだとの推力が地山に圧力をかけ千川上水管を持ち上げ、通過後は圧力が解放され元の状態にもどると思われる。NO.1の沈下量が多いのは立坑掘削時の地山のゆるみと考えられ、他の測定が全々2mmの沈下で収まっているのは裏込同時注入、葉液注入の効果であり、ガス管には全く影響なく初期掘進を終えた。又降雨時の隆起は地下水位の上昇により千川上水に浮力が働いたものと思われる。路面に変位がなかったのは、2mm程度の沈下では舗装路盤の剛性でもっていると思われる。現在定常掘進部（圧気圧0.3kg/cm<sup>2</sup>）で千川上水管位置の地盤の挙動を水圧式アンカー沈下計で測定中であり、シールド機が通過したに変化なく、後続沈下の有無を測定している状態であり、今後水道管、ガス管の管理として地盤の挙動を測定する計画である。以上の結果から先掘り、余掘りを行なわず推進し即時に裏込注入を行なう掘進方法をとればこのローム層の地山変形は極めて小さくできると確信する。

測定結果グラフ(千川上水)



〔発表時には上記グラフ他、別途測定2ヶ所のデータも参照可能〕