

III-272

地表面沈下量に及ぼす
シールド掘進速度の影響

近畿大学理工学部 正員 久武 勝保
センチュリリサーチC. 正員 ○田中 豊

1. 緒 論

シールドトンネルの施工に起因する地表面沈下量は、時には20CMにも及ぶ場合があり、これはシールド工法にとって極めて重大な問題である。沈下量に影響を及ぼす因子としては、地質特性、トンネルと地表面との幾何学的関係、及び施工条件が考えられるが、本研究では、施工条件の一つである、シールド掘進速度を取り上げ、これが地表面沈下量にどの程度影響を与えるかを、解析結果と実測結果の比較を通して考察してみた。

2. 解析手法^{1)~4)}の概説

本解析では、線形粘弾性地山中に、図-1に示す円形トンネルを一定の速度(V)で掘る場合について、3次元境界要素法(BEM)と2次元有限要素法(FEM)とを融合した解析手法により、地表面沈下量を算出するが、その場合、図-1中の地表任意点Mにおける沈下量 $u_2(x_1, x_2=h; t_i)$ は、次式で算定される。

$$u_2(x_1, h; t_i) = u_2^0(x_1, h; 0) f_M\{V(t_{n+1}-t_0)\} - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n [f_M\{V(t_{j+1}-t_0)\} + f_M\{V(t_j-t_0)\}] \times \{u_2^0(x_1, h; t_{n+1}-t_{j+1}) - u_2^0(x_1, h; t_{n+1}-t_j)\} \quad (1)$$

ここに、

u_2^0 : 点Mを通るトンネル横断面について、実地盤の不均一性を考慮した2次元FEM粘弾性解析による経時沈下量。

f_M : 3次元BEM弾性解析から求めた、点Mを通るトンネル平行地表面沈下の特性曲線。

t_0 : 点Mが沈下し始めた時点において、切羽中心上地表点と点Mとの間の距離のトンネル軸方向成分(L)を、Vで除した時間(L/V)。

t_i : 点Mで沈下を観測し始める時刻を基準($t_i=0$)にした時間。

n: 差分近似計算に於て、時間 t_i を区分する整数($t_1=0, t_2=\Delta t, \dots, t_{n+1}=n\Delta t=t_i$)。ただし、地山のポアソン比 ν は、経時的に変化しないと仮定する。

3. 考 察

図-2は、地表面の最大沈下量に及ぼすシールド掘進速度の影響について、OTE0とMOYA⁵⁾による実測結果

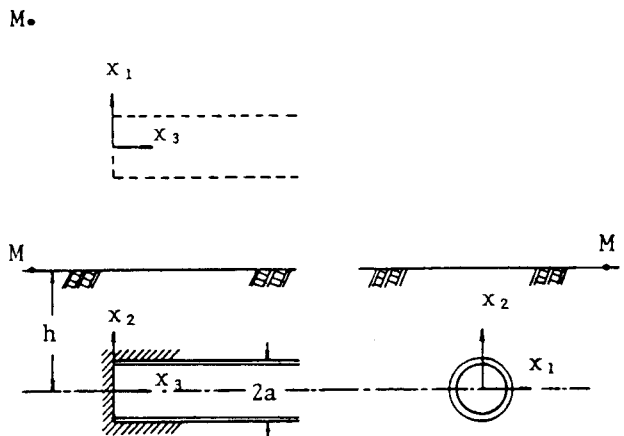


図-1 トンネルの幾何学関係

と、上式から求めた解析結果とを比較して示したものである。ただし、 a はトンネル半径であり、解析において、地山のクリープ関

数 $\phi_e(t)$ は、以下に

示す対数関数で与え、テールボイドはなく、覆工は変位しないと仮定した。

$$\phi_e(t) = \{1 + \ln(1+t)\} / E \quad (2)$$

ここに、 t は日数であり、 E, γ はそれぞれ、地山の弾性係数、単位体積重量である。

図-2を見ると、掘進速度 (V) が5m/day以上であれば、実測結果の平均値と、本解析結果は非常

によく対応しているが、図-2 実測及び解析による地表面最大沈下量とシールド掘進速度の関係
しかし V が1mの場合には、両者の対応はよくない。ただし、 V が5m/day以下での実測値が2点しかなく、従って信頼性に欠ける点、一方の解析値については、切羽からの塑性流入に起因する沈下量が考慮されていないという解析上の欠点、が指摘される。しかし、 V を5m/day以上にしても、沈下量減少効果がないこと、また、少なくとも V を2.5m/day以下にすると、沈下量が急激に増大する傾向にあることは、実測・解析の両結果から理解できる。すなわち、 V が小なる場合に於て、沈下量は V の影響を著しく受ける。図-3は素掘トンネル縦断地表点の経時沈下量とトンネル掘進速度 (V) との関係を求めた解析結果である。ここに、図中の矢印は、測点直下に切羽が達したことを示す。この図からも、沈下量に及ぼす V の影響を無視できない事が理解できる。

参考文献

- 1) 久武・伊藤: トンネル掘削によって生じる地表面沈下の境界要素法による3次元解析、土木学会論文報告集、327号、1982.
- 2) 久武・竹山・伊藤: 双設シールドトンネルによる地表面沈下の算定手法とその現場への適用、土木学会論文集、332号、1983.
- 3) Ito & Hisatake: Comparison of observed and estimated movements in tunneling, Proc. 12th ICSMFE, Session 5a, 1985.
- 4) Hisatake & Ito: Prediction of surface settlements due to parallel shield tunnels, Proc. 8th Asian regional conf. of SMFE, Session 4, 1987.
- 5) Oteo & Moya: Settlements induced by a tunnel in miocenic soft rocks of Madrid, Proc. 4th ICRM, Vol.1, 1979.

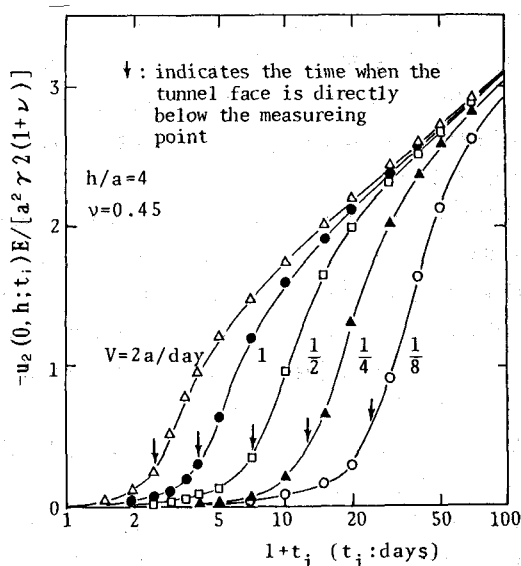
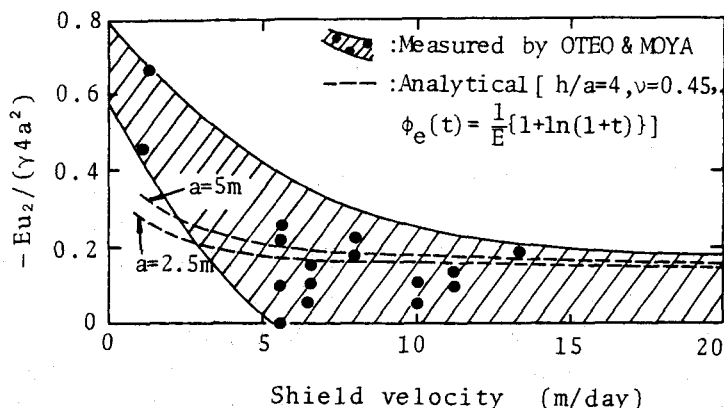


図-3 素掘トンネルの経時沈下に及ぼす V の影響