

III-474 大断面BOXカルバートの推進に伴う地盤変状等に関する一考察

—主としてFEM解析に使用する土質定数について—

NTT関西総支社 正会員 澤橋剛志
黒川盛明
小川寛一

1. はじめに

本立坑は電話局敷地内の一角にシールドとう道工事の二方向同時発進基地として計画したものである。しかし、二方向同時発進に要する立坑スペースが局敷地内だけでは得られないため、立坑用地に面した道路側に大断面BOXカルバート（6.0m×10.3m×6.9m）を横押しし、シールド発進基地を確保した。

本報告では、同工事における補助工法が地盤変状抑制に及ぼす効果について、事前のFEM解析と実測データを比較し一考察を加えるものである。

2. 計画概要

本工事は構造物が密集した市街地において施工されるため、「有限要素法による平面板応力解析プログラム“FRAP-GEN”」を用いて、本工事が地表面に及ぼす影響について検討を行った。

(1) 土質状況

本工事は図1に示すようにGL-19.80mまで主としてN値30～50までの砂礫層で構成された沖積層及び洪積層を土被り10.24mで施工する計画である。しかし、下部沖積砂層は均等係数 $U_c=1.9\sim3.2$ と粒度分布が悪くかつ、透水係数も $K=10^{-1}\sim10^{-2}\text{cm/s}$ と非常に大きいため、流砂現象等の影響が考えられる地盤である。

(2) 補助工法の選定

上記に示した特徴を有する土層にて、地表面への影響を最少限に抑えた施工を行うため補助工法として、二重管ダブルパッカー工法による薬液注入又は、同工法と圧気工法の併用を検討した。

(3) FEM解析における投入データに関する検討

今回の解析に使用した諸数値を表1に示す。ここでは薬液注入による地盤変状係数Eの増加が、溶液型水ガラス系注入材をN値10～50の砂層に注入した場合のN値の増加の推定式「 $N'=1.1N+9$ 」を用いて設定するとあまり期待できないため、薬液注入による改良地盤を、粘着力Cと内部摩擦角 ϕ を持つ砂質粘土に相当すると考え、一軸圧縮強度 q_u を

「 $q_u=2C\cos\phi/(1-\sin\phi)$ 」より計算し、その一軸圧縮強度 q_u を用いて地盤変状係数Eを推定式

「 $E=(120\sim200)q_u$ 」より求めた。

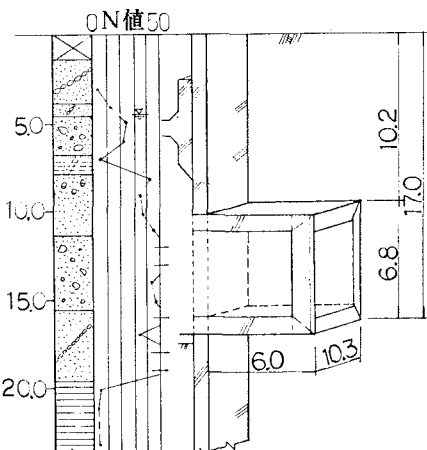


図1 土質概要

表1 解析に使用した土質定数

深度	土質状態	施工予定土層			薬液注入後土層 (N値より推定)			薬液注入後土層 (粘着力を考慮)		
		E	ν	γ	E	ν	γ	E	ν	γ
GL-3.90	礫混り砂	120	0.33	1.7	—	—	—	—	—	—
GL-6.85	砂 礫	1000	0.33	1.7	1000	0.33	2.0	1000	0.33	2.0
GL-7.90	砂混り砂	130	0.33	1.6	200	0.33	1.9	500	0.33	1.9
GL-11.40	細 砂	540	0.33	2.0	670	0.33	2.3	800	0.33	2.3
GL-15.60	砂 礫	2000	0.33	2.0	2000	0.33	2.3	2000	0.33	2.3
GL-19.80	礫混り砂	680	0.33	2.1	680	0.33	2.3	1020	0.33	2.3
組体コンクリート		270000	6	2.5	—	—	—	—	—	—

④ FEM解析結果

表2にFEMによる解析結果を示す。

表2 FEMによる解析結果

掘 削 条 件		最大沈下量①	最大沈下量②
掘 削 状 態		157.0 mm	128.0 mm
補助工法有	薬液注入後の施工	9.1 mm	7.0 mm
	Cを考慮した薬液注入	8.4 mm	6.5 mm
	薬液注入と圧気の併用	5.0 mm	4.0 mm

注：測点①はBOX中心直上の点であり、測点②はBOX端部直上の点である。

3. 施工内容

実際の施工においては、地下埋設物の輻輳等の諸条件により薬液注入精度が心配されたため、薬液注入工法と圧気工法の併用を採用した。図2に薬液注入範囲、設定圧気圧及び推進概要図を示す。

4. 現場計測結果と考察

図3及び図4に総推力和路面変状を示す。

(1) 総推力に関する考察

本推進土層はN値30を越える砂礫層であるとともに、薬液注入効果により刃口の貫入抵抗が著しく大きくなる危険性があったため、内部刃口部分の先掘りを行っている。このため、総推力は設計値の50%～80%程度に押さえることができた。

(2) 地盤強度に関する考察

圧気工法を併用しているため、路面変状量の動きだけでは薬液注入による地盤変状係数Eへの効果の確認は困難であるが、切羽上部の砂層よりサンプリングした供試体を一軸圧縮試験した結果、一軸圧縮強度 $q_u = 7.0 \sim 8.0 \text{ kgf/cm}^2$ が得られた。

この値を用いて粘着力C及び地盤変状係数Eを逆算すると $C = 1.77 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $E = 900 \sim 1500 \text{ kgf/cm}^2$ となり、FEM解析において投入した推定粘着力が $C = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ であることを考えると今回の解析は十分に本工事による地盤変状を予測しているものと考えられる。

5. おわりに

本工事のFEM解析においては、地盤変状は二重管ダブルパッカー工法による薬液注入によって十分に抑制できると考え、一般的にはN値の増加から地盤変状係数Eを想定するのを今回は粘着力を推定しそれによる一軸圧縮強度から地盤変状係数Eを想定した。今後、FEM解析結果の精度をより向上させるため、薬液注入効果や圧気効果を定量化していく必要がある。

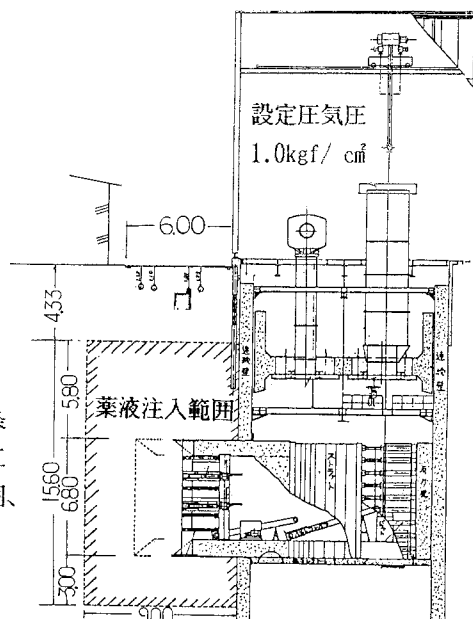


図2 推進施工概要図

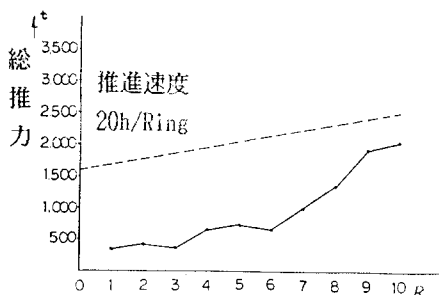


図3 総推力推移グラフ（実測値）

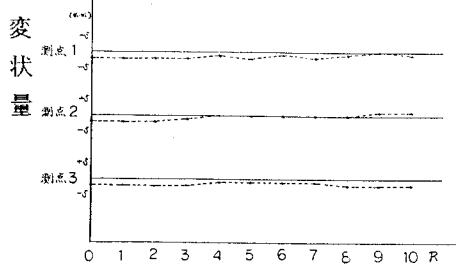


図4 路面変状量推移グラフ（実測値）