

III-53

シールドトンネルT字型ドッキング(薬液注入)におけるセグメントの挙動について

NTT関西支社 正 奥村一郎
上野和章
黒川盛明

1. はじめに

近年、都市土木においては、地価の高騰、都市の過密化、施工環境の複雑化に伴い立坑を築造することなく、地中でトンネルをドッキングさせトンネル相互を連絡する工法が増加傾向にある。

今回、既設トンネルへのT字型ドッキング施工に伴い、薬液注入圧がセグメントに作用し悪影響が懸念されるため現場計測による施工管理を実施したので、その結果等について述べるものである。

2. 土質及び施工概要

(1) 土質概要

土質状況は、砂混じり粘土(洪積層)であり、N値5~7と中位を示すものの、 $qu=1.16\text{kgf/cm}^2$ 、 $S_t=8$ 、 $C=0.339\text{kgf/cm}^2$ で乱されると軟弱化し、弛み易い土層である。土質柱状図を図-1に示す。

(2) 施工概要

(ア) 薬液注入

地中接合時、地山を開放するため止水・強化を目的として一次注入を既設トンネル内より放射線状に、二重管ロッド工法(懸濁液型)で実施し、二次注入をシールド到達後実施した。薬液注入範囲を図-2に示す。

(イ) ドッキング部設計・施工

セグメントの設計荷重は、土圧+水圧を考慮し薬液注入圧については、1m当り 6kgf/cm^2 の偏荷重をリング方向に載荷しセグメントと補強部材を一体として応力解析を実施し、応力を均等に分散するためセグメントの全主桁に補強材を取りつけた。また、シールド機械を所定位置に到達後、シールド機械に装備された3分割スライドフードを既設セグメントに順次押しつけた。トンネル補強方法を図-3に示す。

3. 計測概要

薬液注入時、セグメントに異常な圧力が作用し悪影響が懸念されることから、施工の安全性と施工管理に反映するため現場計測を実施した。計測はすべて表面ひずみ計による応力測定であり、管理目標値を2,280

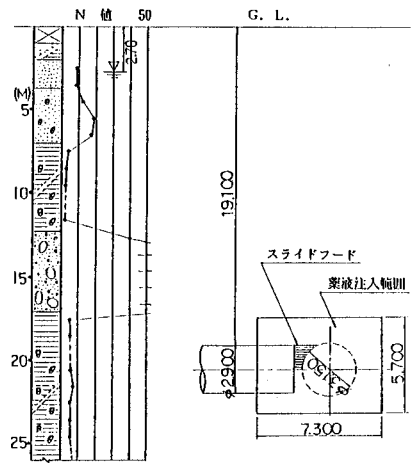


図-1 土質柱状図 図-2 薬液注入範囲図 単位(mm)

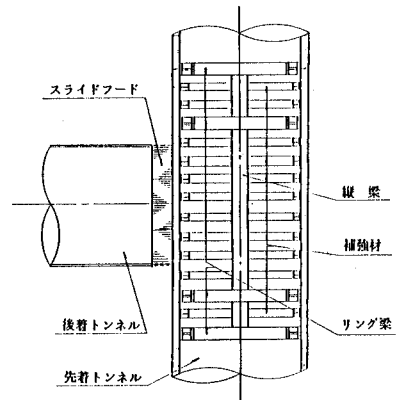


図-3 トンネル補強図

kgf/cm²・管理限界値を2,850kgf/cm²に設定した。
 なお、応力測定位置を図-4に示す。

4. 計測結果及び考察

(1) 現場計測結果

セグメントについては注入前初期値(F点の箇所)を700 kgf/cm²に設定し、補強部材については設置完了時を初期値と設定した。

薬液注入に伴いセグメント全体に圧縮応力の増加傾向及び蓄積がみられるものの、補強部材の発生応力は、セグメントに比べ非常に小さい値となっている。最終的にセグメント応力は、 $\sigma_s = 1,560 \sim 1,950$ kgf/cm²で各点とも同じ傾向を示し、管理目標値に対し80%程度であった。なお、注入に併行してトンネルの移動・真円度測定、目視点検を実施したが異常は認められなかった。現場計測結果の1例を図-5に示す。

(2) 考察

- ・セグメント全体に圧縮応力が発生したのは、次によりセグメントの変形が拘束されたものと思われる。
- (ア) セグメント背面に裏込材料が充填されている。
- (イ) 薬液注入により周辺地山の体積変化を伴い地山強度が増大した。
- (ウ) 薬液注入がトンネル全周に均一に施工された。
- 等、種々の要因が考えられる。

・発生軸力については、薬液注入開始直後、セグメントは-37.5tf~-44.7tfであったのが薬液注入工事完了時-72.5tf~-175.2tfに増加し、補強部材は-0.34tf~-3.6tfであったのが-4.60tf~-21.9tfとセグメント及び補強部材とも増加傾向を示した。

補強部材の発生応力がセグメントに比べ小さい値となったのは、セグメントと補強部材剛性の違い及びセグメントと補強部材の密着が不十分であったため補強部材に応力の伝達がスムーズに行われなかったためと考えられる。なお、発生軸力を図-6に示す。

5. おわりに

今後、このような工事は多くなっていくものと考えられ、安全性・施工性からもシールドマシンの改良、セグメント設計、補助工法(補強)を確立させると共に数値的施工管理が、重要になっていくものとする。

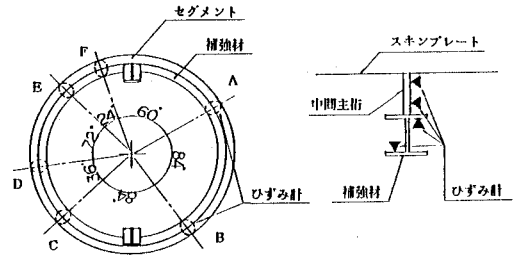


図-4 応力測定位置図

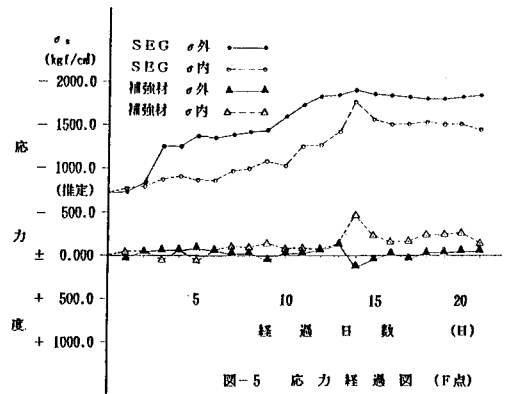


図-5 応力経過図(F点)

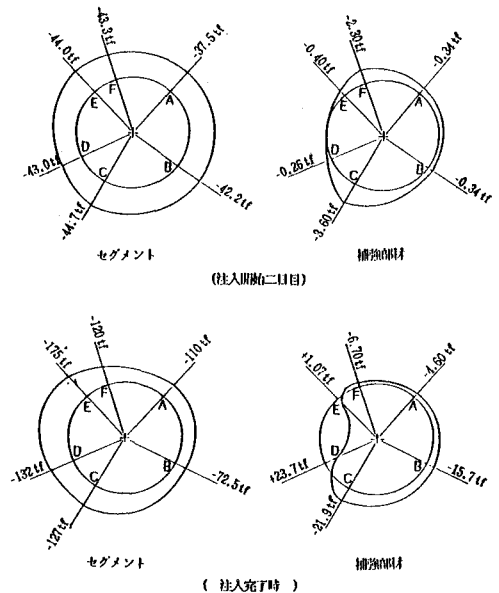


図-6 軸力図