

# III-704

## 地盤沈下のシールドトンネルへの影響とその対策

運輸省第二港湾建設局 正会員 常陸 壯介 ○正会員 佐々木 義昭  
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 水上 博之  
 株式会社日本港湾コンサルト 生形 勝利

### 1. はじめに

本トンネルは東京国際空港沖合展開Ⅲ期事業である羽田空港新ターミナル駅にアクセスする京浜急行電鉄空港線の延伸工事の一部である。トンネルは供用中のC滑走路、新A滑走路の直下を横断する線形となっており、重要航空施設下の施工は国の直轄事業で行うため運輸省第二港湾建設局が設計施工を行う事となった。本シールドトンネルの大きな技術課題は、次の通りである。

- ①沖合展開地区の超軟弱地盤における施工となる。
- ②重要構造物である供用中の滑走路直下の掘進となる。
- ③沖合展開地区の地盤沈下の影響が懸念される。

本文は、このうち地盤沈下のシールドトンネルへの影響およびその対策について述べたものである。

### 2. 地盤沈下量

東京国際空港沖合展開地区は軟弱な沖積粘性土層の上に建設残土等を埋立て、さらにこれらの軟弱土層を改良した地盤であり、沈下促進対策を施したものの残留沈下は相当規模で生ずることが想定されている。このため、地表面沈下測定を主として動態観測を行っている。また新A滑走路を横断するトンネルも数本あり、これらのトンネルの沈下も報告されている。図-4に滑走路を横断する既設トンネル及び地表面の沈下状況を示すが、沈下の形状は両者とも非常に類似している。

沈下測定を行ったトンネルのうち、石油シールドトンネルは $A_{c2}$ 層内に構築されており、その沈下形状と地表面沈下形状が類似しているため、 $A_{c2}$ 層の沈下が地表面に影響している事が推察される。本トンネルも $A_{c2}$ 層を通過する計画となっており、 $A_{c2}$ 層の沈下による影響が考えられる。

沖合地区は埋立地盤であり各種の地盤改良が実施されているため、沈下形態は複雑である。そこで圧密諸係数を見直した理論計算による最終沈下量の予測は難しいため、これらの実測沈下を参考に50年後のトンネル位置における沈下量を推定した。推定にあたり本トンネルと通過層の地層が同じである既設石油シールドトンネル内沈下を特に重視し、双曲線法を用いて、各点における沈下予測量を算出し、さらにトンネル方向の沈下形状はより現実に近いものとするために、3次スプライン曲線に置き換え予測した。図-5にトンネルの50年後の沈下予測結果を示す。

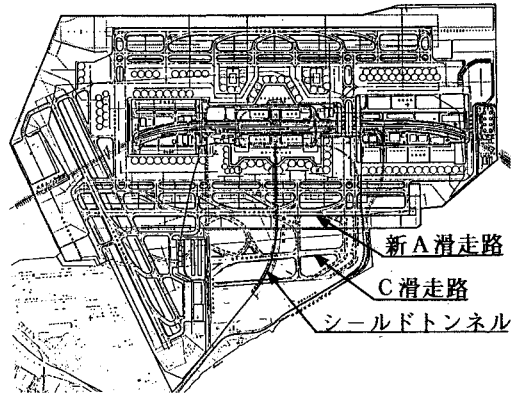


図-1 平面位置図

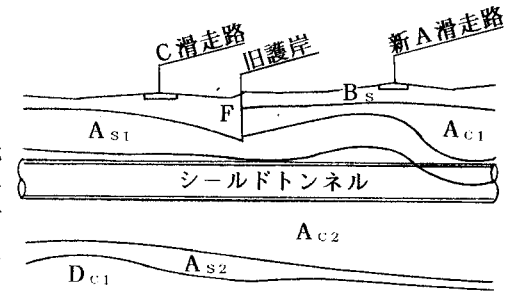


図-2 地層図

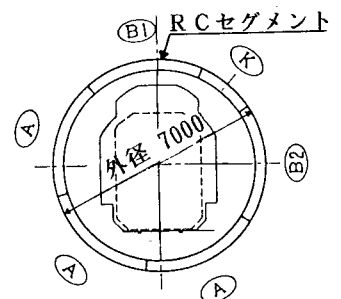


図-3 セグメント図

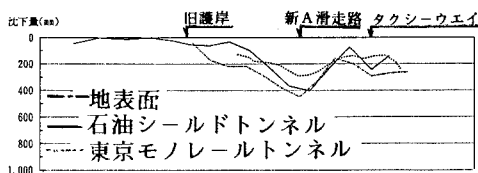


図-4 地表面沈下・既設トンネル沈下実測図

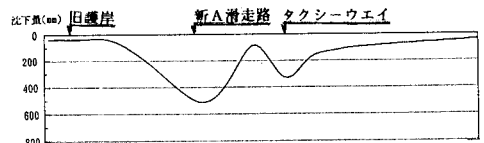


図-5 京急トンネル沈下予測図

### 3. シールドトンネルへの影響とその対策

先に推定した沈下曲線を弾性床土の梁に地盤バネ変位として与え、シールドトンネル縦断方向の断面力を算出した。なお、トンネルの曲げ剛性はトンネル縦断方向の継手を考慮した等価曲げ剛性<sup>1)</sup>を用いた。トンネル曲げ耐力と発生する断面力を比較した結果、発生曲げモーメントはトンネルの曲げ耐力を越えることが判明した。そこで、等価曲げ剛性を小さくするために、繊維補強ゴム製の弾性ワッシャーをリングボルトの鋼製のワッシャーのかわりに用いて、継手の引張剛性を低下させることとした。解析結果を図-6に、解析のフローを図-7に示す。なお沈下曲線の曲率が比較的大きい箇所には5リングに1ヶ所、曲率が小さい箇所には1リング毎に弾性ワッシャーを使用する事とした。このような対策を施した結果、発生曲げモーメントをトンネルの許容値以内におさめられることが判明した。

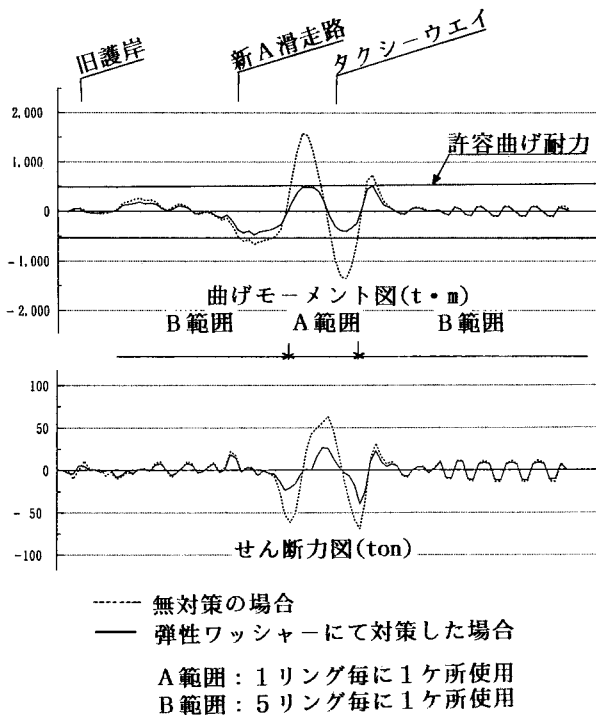


図-6 解析結果

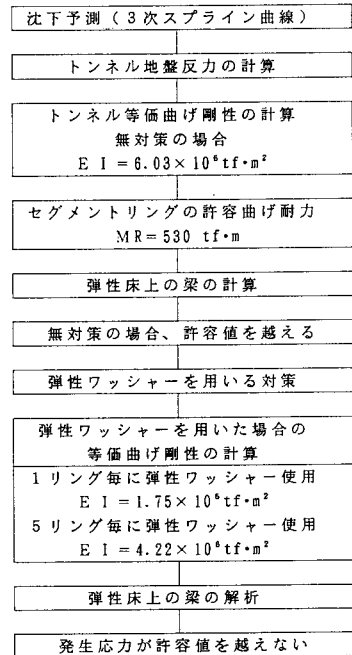


図-7 解析フロー図

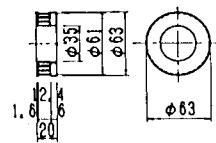


図-8 弾性ワッシャー図

### 4. おわりに

沖合展開地区は埋立地盤のため、沈下量は設計当初の予想を上回るものがある。この中で今回の設計は既設トンネルの沈下実測値を用いて将来沈下量を予測し、断面解析を行った。そして対策工として弾性ワッシャーを採用することによりトンネルの安全性が確保できることが確認できた。

最後に、この影響検討を行うにあたり港湾技術研究所の諸氏から貴重なご意見、ご指導を頂戴したことを記して、謝意を表する次第である。

#### 【参考文献】

- 1) 大規模地下構造物の耐震設計法・ガイドライン（案）建設省土木研究所 平成4年3月