

Ⅲ-B85

将来トンネルの影響を考慮したダクトイルセグメントの設計

清水建設土木本部 正会員 入田健一郎

清水建設土木本部 正会員 井上 啓明

清水建設土木本部 正会員 前 孝一

1 はじめに

海外地下鉄の新設トンネル（略称 NEL，トンネル外径： $\phi 6300\text{mm}$ ）の直下に，将来道路トンネル（略称 SURS，トンネル外径： $\phi 13.5\text{m}$ ）を設置する計画がある（図-2 参照）。NEL の設計にあたり，SURS の施工において，交差部（以下，SURS 交差部と呼ぶ。）の NEL に沈下等の影響が表れると予測され，この影響を考慮した設計を行う必要があった。検討の結果，SURS 交差部の 100m の NEL 区間においては，トンネル覆工体として RC セグメントに代わって，ダクトイルセグメントを採用することになった。このダクトイルセグメントの実施設計の概要を報告する。

2 設計フロー

ダクトイルセグメントの設計においては，通常行われる常時のトンネル横断方向の設計に加えて，SURS 施工時におけるトンネル横断方向の設計およびトンネル縦断方向の設計を行った。その設計フローを図-1 に示す。

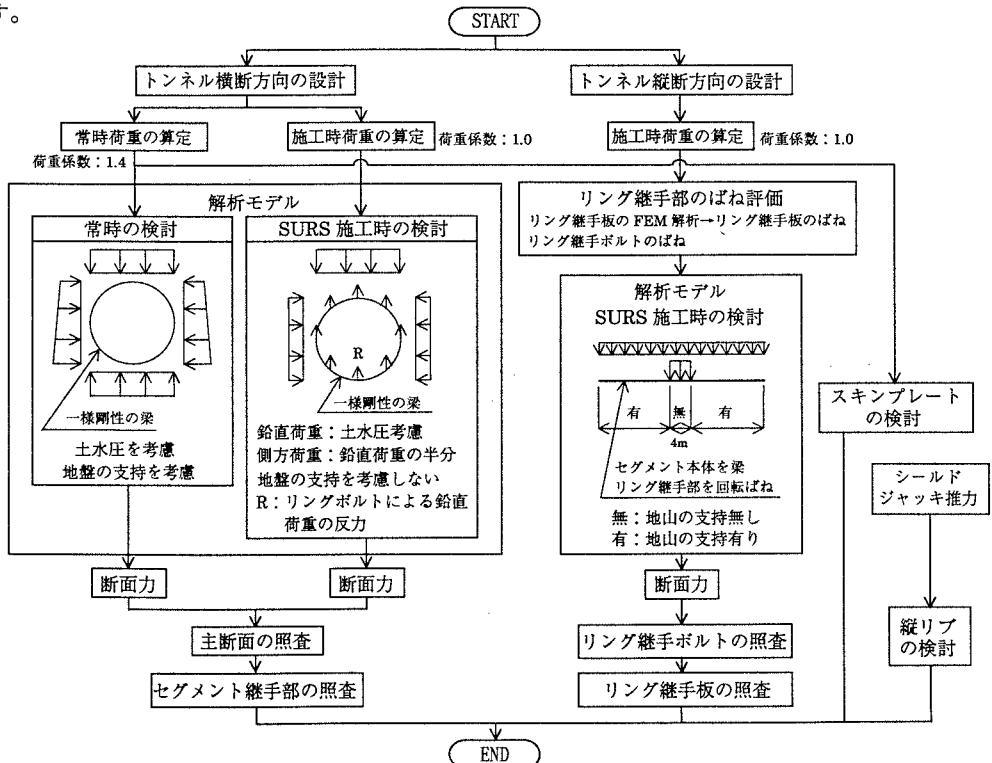


図-1 設計フロー

キーワード：ダクトイルセグメント，FEM解析，村上-小泉法

連絡先：清水建設（株）土木本部 東京都港区芝浦 1-2-3 TEL 03-5441-0597 FAX 03-5441-0511

3 設計条件

ダクトイルセグメントの構造条件および土質条件を示す。

セグメント外径	φ 6300mm	SGI の弾性係数	169kN/mm ²
セグメント内径	φ 5900mm	SGI の耐力*	320N/mm ²
セグメント高さ	200mm	地盤反力係数	150MN/m ³
セグメント幅	1200mm	側方土圧係数	0.3
ピース分割数	6分割	—	—

*：許容値

腐食代：スキンプレーットの 2mm を腐食代とし、構造計算には考慮しない。

表ー1 構造条件および土質条件

4 トンネル横断方向の設計

セグメントリングを一樣剛性な梁部材としてモデル化した。常時の検討では、荷重係数 1.4 を考慮した荷重をモデルに作用させ、リングの変形に伴う地山の支持を地盤バネで評価した。SURS 施工時では、SURS 交差部のセグメントリングは SURS の掘削によって地山に緩みが生じると想定して、地山の支持は無いものとした。更に、荷重係数 1.0 を考慮した荷重をモデルに作用させた。（図ー1 参照）

本設計の許容値はダクトイルの耐力であるため、常時と施工時とで、荷重係数を変化させてそれぞれの荷重を算定した。

決定した主断面の形状を図ー3 に示す。

5 トンネル縦断方向の設計

トンネル構造のモデル化では、ダクトイルセグメント本体を梁部材、リング継手部を回転バネとして、シールドトンネルを梁とバネの複合構造とした。リング継手部の回転バネは、ボルトの引張剛性、ボルトの引張力による主桁の面外変形（たわみ）性、ボルトの締付け力に対する主桁の圧縮剛性をそれぞれ軸バネ化し、村上-小泉法¹⁾によってその回転バネを算定した。ここで、ボルトの引張力による主桁の面外変形（たわみ）性は、単位荷重が作用した時の主桁の変形量を FEM 解析によって算定し、バネ評価した。地山の支持状態のモデル化では、SURS の掘削によって地山に緩みが生じると想定して、SURS 交差部の NEL4m 区間は荷重に対する地山の支持は無いものとし、それ以外の区間は地山の支持を地盤バネで評価した。解析モデルは、上記の支持状態での複合構造を有する弾性床土上の梁とした。（図ー1 参照）

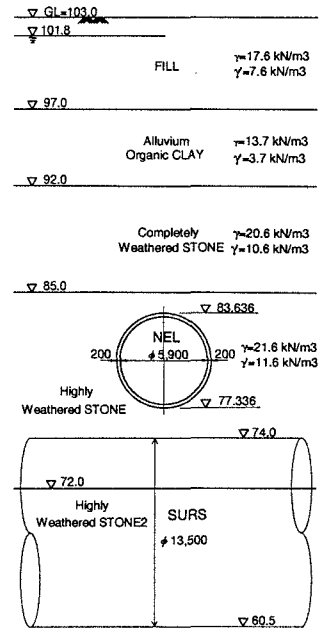
発生断面力によりリング継手ボルトの引張応力度を算定し、ボルトの仕様を決定した。さらに、ボルトの引張力による主桁の応力度を FEM 解析によって算定し、主桁厚の再確認を行った。

6 あとがき

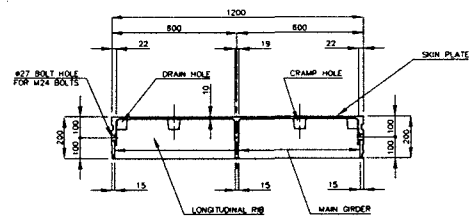
本設計によるダクトイルセグメントは、1998 年 12 月に国内製造を完了したのち、現地に輸送した。現在、組立を待つばかりである。

参考文献

- 1) 小泉 淳, 村上博智, 西野健三：シールドトンネルの軸方向のモデル化について, 土木学会論文集, 1986 年



図ー2 土質条件



図ー3 主断面の形状