

III-614

LNG配管用大深度シールドトンネルにおける η と ζ の検証

清水建設株式会社	土木本部	正会員	守屋 紀和
東京ガス株式会社	生産技術部	"	小松原 徹
"	"	"	岩崎 淳
清水建設株式会社	土木本部	"	前 孝一
"	"	"	井上 啓明

1. はじめに

シールドトンネルに用いられるセグメントの強度計算は、通常、慣用計算法によっておこなわれているが、新しい設計手法として、梁バネモデルによる計算法が提案されている¹⁾。本稿では、セグメント1ピースを1つの梁要素、セグメント継手をバネ要素としたモデルを用いて断面力を算定し、慣用計算法により算定される断面力と比較することにより、曲げ剛性の有効率(η)曲げモーメントの割増率(ζ)の値について検討をおこなった。対象は、横浜市扇島地区に建設中の受入配管用シールドトンネルの内、最深部の地点とした。

2. 検討条件

外径 8,900mm、8ピース(A5+B2+K1)、3リング分を千鳥組とし、下図に示すように梁バネモデルを構成した。セグメントは、幅1,200mm、厚さ550mmのRC平板型であり、これを一つの梁要素とした。継手バネは、村上・小泉らの提案している継手バネ算定法¹⁾および各種の継手実験結果²⁾を参照して定めた。地盤バネは、各リングの周面に取付けるが、圧縮状態となった部分のみに作用することとした。法線方向地盤バネ値は慣用計算法による算定結果と比較検討するため同値 2.0kgf/cm³とし、せん断バネは法線方向バネの1/3とした。荷重は、下図に示す値とし、自重は考慮しないこととした。

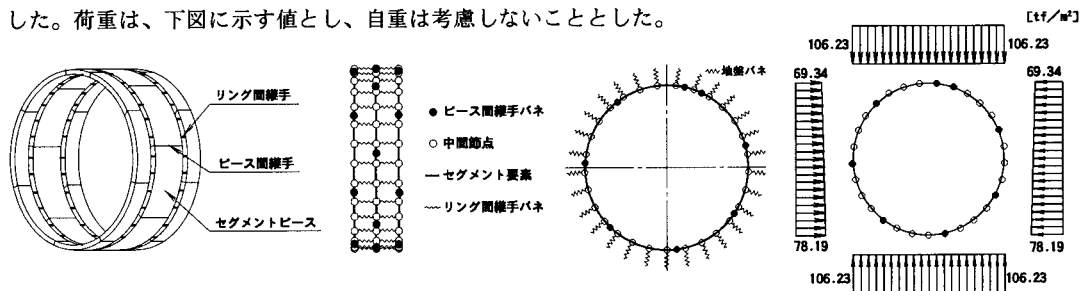


図-1 検討モデル

3. 検討ケース

右表に示すように、モデルおよび継手バネの違いによる影響度を検討した。

Kセグメントの位置による影響度を調べるため、①通常施工の場合をモデルA(case1)とし、Kセグメントの位置がクラウンにきた場合をモデルB(case2)として比較検討した。

継手バネ値の影響度を調べるため、②ピース間継手の回転バネ値では、断面に軸圧縮力が作用している時のバネ1と、軸圧縮力が作用していない場合のバネ2(case3)とを比較検討した。また、③リング間継手のせん断バネ値では、トリリニア

表-1 検討ケース

case	モデル		ピース間継手バネ		リング間継手バネ		備 考
	A	B	1	2	1	2	
1	○		○		○		① 基本case ② ③ 最も厳しい条件
2		○	○		○		
3	○			○	○		
4	○		○			○	
5		○	○			○	

型のバネ1とした場合と、剛性の高いモノリニア型のバネ2(コンクリートのせん断バネ値)とした場合(case4)とを比較検討した。

さらに、最も厳しい条件となるモデルの組合わせ(case5)について検討を加えた。

4. 検討結果および考察

(1) セグメント一般部の算定結果および考察

と(0.0~0.4)をパラメータとした時の、 η と慣用計算法による曲げモーメントの関係を下図に示す。さらにこの図上に、梁バネモデルによる算定結果をプロットした。各ケースの比較により、次のことが明かとなった。

- ① Kセグメントがクラウンにきた場合、その隣接リングのクラウン位置にあるセグメントに発生する曲げモーメントが最大となるが、慣用計算法の曲げモーメント($\zeta=0.2$)内に入っている。
 - ② セグメントに軸圧縮力が作用しないと仮定した場合、変形量は大きくなるが発生断面力は減少し、慣用計算法の曲げモーメント($\zeta=0.2$)を超えることはない。
 - ③ リング間継手が剛結されたと仮定した(リング間バネ値はコンクリートのせん断バネ値とした)場合、ほぼ慣用計算法の曲げモーメント($\zeta=0.2$)に近い結果となる。
 - ④ 曲げ剛性の有効率(η)は、軸力が作用していないと仮定した場合を除き0.80~0.85の範囲である。
- (2) 最も厳しい条件となるモデルの算定結果および考察

各検討ケースの影響度を調べた結果、最も厳しい条件となるモデルの組合わせは、Kセグメントがクラウンにきた場合で、かつリング間継手が剛結されたと仮定した場合である。(case5; 検討モデルB, ピース間継手バネ1, リング間継手バネ2)

この検討ケースでは、最大断面力が慣用計算法で求めた設計用断面力を超えた。そこで、終局限界状態に対する照査をおこなった結果、最大正曲げ時においても最大負曲げ時においても終局限界状態内に入っており、厳しい条件が重複してもセグメントは破壊に至らないことを確認した。

5. おわりに

梁バネモデルにより、セグメントによる一次覆工をより現実に近いかたちでモデル化し、慣用計算法と比較検討することにより η , ζ の検証をおこなった。その結果、本セグメントの設計時には慣用計算法において($\eta=0.8$, $\zeta=0.2$)とすることが妥当であることが分かった。また今後、継手曲げ試験等により継手バネ値の検証をする考えである。

参考文献

- 1) 村上・小泉：シールドセグメントリングの耐荷機構について，土木学会論文集，第272号，1978-4
- 2) 和佐・三木ら：最先端技術を駆使して海底トンネルに挑む，トンネルと地下，第21巻4号，1990-4

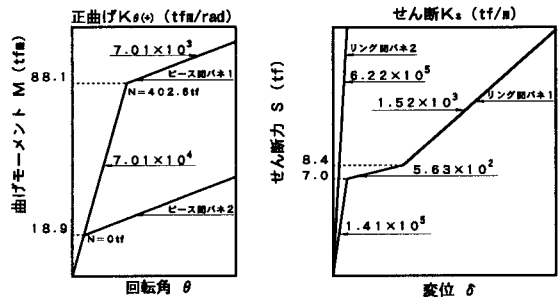


図-2 継手バネ値

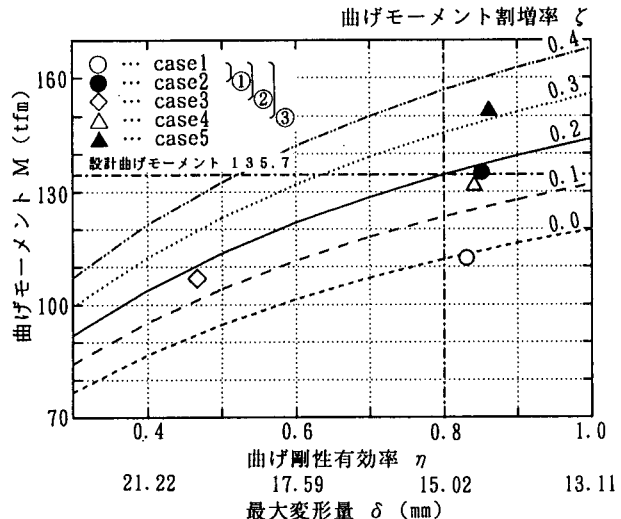


図-3 セグメント一般部断面力比較