

Ⅲ-B62 東京港臨海道路東京西航路沈埋トンネル1号函の 水压接合時における計測結果について

大成建設(株) 土木本部土木設計第二部 正 長瀬 寛*1
 東京都港湾局東京港沖合埋立整備事務所 渡邊 篤*2
 大成建設(株) 東京支店城南島沈埋トンネル(作) 小山 文男*3
 大成建設(株) 東京支店城南島沈埋トンネル(作) 土屋 正彦*3

1. 目的

東京都港湾局において現在建設中の東京港臨海道路東京西航路沈埋トンネル1号函の水压接合時における計測結果について報告する。この沈埋トンネルは阪神淡路大震災級の地震においても継手の開きによる漏水が生じないように設計されている。この結果、ゴムガスケットは従来に無く縦横比の大きな形状(高さ:300~340mm、幅:120~240mm)となっている(図-1参照)。一般に縦横比の大きなゴムガスケットは水压接合時に横倒れを生じやすいことから、函体及びゴムガスケットの挙動を事前に予測しその安全性を確認することは非常に重要である。函体の挙動は柄川ら(1993)の手法を用いて予測を行い実測値と比較することにより水压接合時の計測管理を行った。

2. 本沈埋トンネルの水压接合方法及び計測方法

水压接合とは函体間(バルヘッド内)の水を排除することによって発生する内外水压差により函体を接合する方法である。

本沈埋トンネルにおける水压接合は次の3つの手順により行った(図-2参照)。

(1) ジャッキによる引寄せ: 立坑内に設置した引寄せジャッキにより着床した函体を引寄せ、バルヘッド内水压の上昇を確認する。この後、エアインテイク管より上昇圧が消散するまで排水を行い、ジャッキ荷重をゴムガスケットに盛り替えて1次止水を行う。水压接合時のゴムガスケットの横倒れを極力小さくするため、先立って引寄せジャッキによりゴムガスケットを圧縮し面摩擦を上昇させることを目的とし、最終引寄せ力は600tfに設定した。

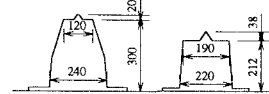
(2) 水压接合1: 逆止弁よりエアが吸い込まれるまでエアインテイク管からバルヘッド内の水を排水する。

(3) 水压接合2: バルヘッド下側の排水管よりバルヘッド内の残りの水を排水する。

水压接合時の函体の挙動はバルヘッド内水压及び排水流量(函体移動量に比例)の変化によって支配される。計測装置はバルヘッド上側に水压計、下側に水压計及び流量計を設置し、函体移動量(ゴムガスケット圧縮量)は函体側面に変位計を取付け計測を行った。

3. ゴムガスケット反力及び圧縮量

ゴムガスケット反力及び圧縮量の計測管理方法を図-3、実測値とゴムガスケット圧縮試験値との比較を図-4に示す。内外水压差により函体



本沈埋トンネル 既往沈埋トンネルの例
(2号函を除く) (柄川ら(1993))

図-1 ゴムガスケット形状

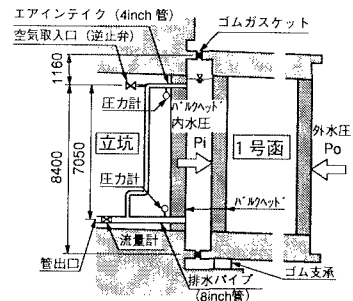


図-2 水压接合方法

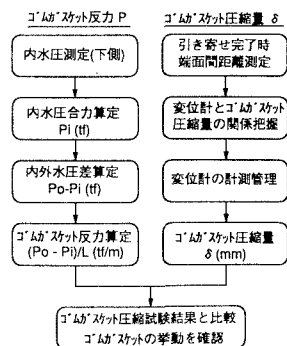


図-3 ゴムガスケット反力及び圧縮量の計測管理方法

キーワード: 沈埋トンネル、水压接合、計測管理

*1 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 新宿センタービル TEL: 03-5381-5419 FAX: 03-3348-1147

*2 〒135-0064 東京都江東区青海2-43 青海フロンティアビル

*3 〒143-0001 東京都大田区東海6丁目地先 大井ドライドック

に作用する外力に対して、実際に発生するゴムがスケツ反力は小さいことがわかる。この差は a) 函体がゴム支承から受ける反力、b) 函体とゴム支承・鉛直ジャッキ間の摩擦力、c) 管路内の水の流れによるエネルギー損失、d) 函体の運動エネルギー、に因るものと考えられる。

4. 水圧接合時の函体挙動の予測

4.1 柄川ら(1993)による予測手法

柄川ら(1993)は函体移動速度と排水流量の釣り合い及びアインテイク管の水の流れによるエネルギー保存則に基づき、バルクヘッド内水圧を函体移動速度の関数で表し、結果として次に示す水圧接合時の函体の移動に関する運動方程式を提案している。

$$M \cdot \ddot{x} + \frac{A_i \gamma}{2g} \left(\frac{A_i}{a} \right)^2 \cdot (1 + \Sigma f) \cdot \dot{x}^2 + \alpha \cdot x \beta = P_o + A_i \gamma \cdot \left(Z - \frac{h_2 - h_1}{2} \right) \quad (1)$$

函体加速度 管路内のエネルギー損失 ゴムがスケツ反力 内外水圧差

ここで、 $\ddot{x}$, $\dot{x}$, x ：函体の移動加速度, 移動速度, 移動量（ゴムがスケツ圧縮量）、 M ：函体質量、 A_i ：バルクヘッド内断面積、 a ：アインテイク管断面積、 γ ：海水単位重量、 g ：重力加速度、 Σf ：管路内の全エネルギー損失を考慮した損失係数、 α, β ：ゴムがスケツの非線形ハネ特性を累乗曲線で近似した場合の係数、 P_o ：外水圧の合力、 Z ：アインテイク高さ、 h_1, h_2 ：アインテイクとバルクヘッド上端及び下端までの距離

4.2 計算条件

1号函の函体の挙動予測に用いた計算条件を表-1に示す。損失係数はアインテイク管の摩擦損失及び形状損失を考慮した。また実際には函体の移動加速度は十分小さいと考えられることから便宜的に(1)式の加速度項を計算上無視した。

4.3 水圧接合1における実測値と予測値の比較

函体移動速度、函体移動量、排水流量の時間変化の比較を図-5～7に示す。予測値は実測値と定量的に一致している。函体移動速度は0.2～0.1mm/sの範囲で次第に減少する傾向にある。函体移動速度の振動傾向は移動速度を移動量の時間微分により算定しているため、函体移動量の実測値の誤差に因るところが大きい。予測値は平均的な函体移動速度を評価している。この結果から水圧接合時における函体の挙動は、管路の水の流れによるエネルギー損失、ゴムがスケツの反力、内外水圧差による外力を考慮すれば十分な精度で予測可能であることが確認できた。

5. まとめ

水圧接合時の函体の挙動を数値シミュレーションにより予測し実測値との比較を行い計測管理を実施した。水圧接合によってゴムがスケツの横倒れは見られなかった。計測の結果、水圧接合時の函体の挙動を明瞭に示す実測データを得た。さらに函体挙動の予測値は実測値と定量的に一致しており予測手法の妥当性を確認した。

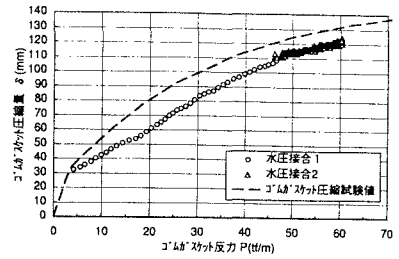


図-4 ゴムがスケツ反力及び圧縮量

表-1 計算条件

M	40000 (ton)	α	2.00E+6
A_i	304.1 (m ²)	β	1.887
a	0.0078 (m ²)	P_o	46130 (kN)
γ	10.05 (kN/m ³)	Z	7.05 (m)
g	9.81 (m/s ²)	h1	1.16 (m)
Σf	4.1	h2	8.40 (m)

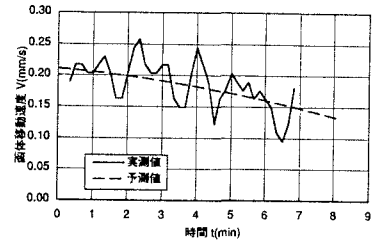


図-5 函体移動速度の時間変化

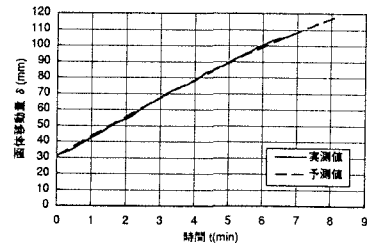


図-6 函体移動量の時間変化

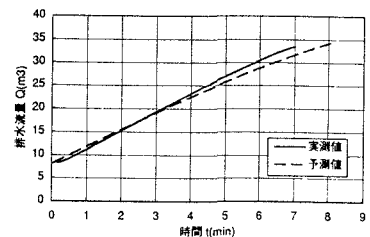


図-7 排水流量の時間変化

(参考文献) 柄川ら(1993)：沈埋函の水圧接合時の函体の挙動予測について,土木学会第48回年次学術講演会