

日本鋼管(株) 正員 斎藤 彰
 谷口英世
 磯石淳一

1. まえがき

沈埋工法は、水底トンネル建設工法として多くのすゝめがみられ、最近 我国でも多摩川の水底トンネルをはじめとして、各地に沈埋トンネル工事が着工 あるいは計画が進められている。

日本鋼管(株)でも、新工場建設の一環として、京浜運河を横断する海底トンネルを沈埋工法により建設中である。本報告は、この沈埋トンネル工事のうち 鋼殻を使用したトンネル・エレメントの製作について、設計上の考え方を述べ、今後の沈埋トンネル工事の参考に供したい。

2. 府島海底トンネルの概要

府島海底トンネルは自動車専用道路として計画され、中央部に共同溝、両側に車道を配置した。

建設位置	川崎守水江町	トンネル断面	車道幅員	7.00 m
京浜運河	運河幅 704 m		車道内空高	4.50 m
	水深 KP-12 m		共同溝	5.00 m
計画交通量	2,000 台/時間	傾斜勾配	4.75 %	
道路総延長	1,540 m	換気方式	縦坑式 2ノットファン	
うち沈埋トンネル区間	660 m			

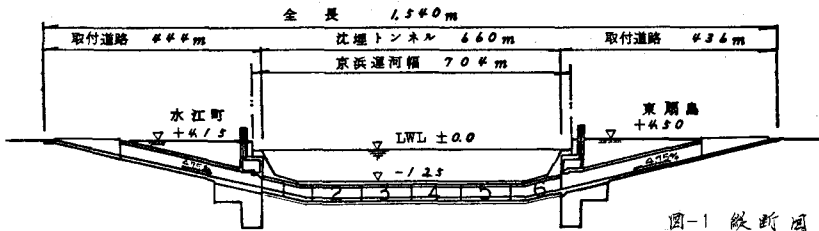


図-1 縦断面図

3. トンネル・エレメントの製作方式

沈埋工法には大別して、円形鋼殻方式と短形コンクリート方式とがあり、両者、それぞれの特長をもっている。府島海底トンネルでは、各々の特長をとり入れ、鋼殻を用いた短形方式とした。これは、

- (1) 海上でコンクリートを打設する際、浮型枠を用いて使用でき、大型ドライドックを必要としない。
- (2) エレメントのコンクリートに、クラックなどが発生した場合、防水膜として、漏水防止にたす。
- (3) 地震時、大きな抵抗力を發揮し、沈埋トンネルに「ゆわり」即ち靱性を与える。

などの理由によるものであり、本報告には割愛するが、耐震設計上 push pull force に対し、重要な役割を果している。

4. 鋼殻の設計

トンネル・エレメントに用いた鋼殻を設計する場合、進水・曳航、繫留時の波浪、沈没時、地震時などの検討が必要であるが、ここでは、コンクリート打設時の検討について述べる。

(1) 鋼製の構造と作用荷重

鋼製の基本構造を図-2に示す。外殻は9mmの鋼板で、これに両軸方向のリブを取り付け、この鋼製とリブは横断方向のラーメンフレームで支持され、更に隔壁部に両軸方向のトラスが加入した構造とした。

鋼製に作用する荷重は、自重の他、コンクリート重量、水圧等である。コンクリートは、下床版、隔壁、側壁、上床版の順序に打設される。

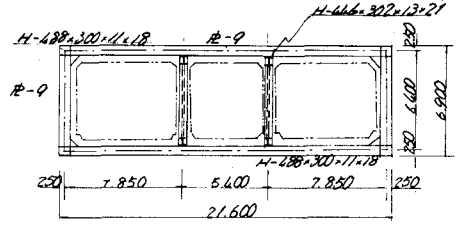


図-2 鋼製の構造

(2) 鋼製の設計

鋼製の断面方向の解析は、箱型を径間対象ラーメン構造として行い、一方、両軸方向の解析は、鋼製を鋼床版解析とし、コンクリートの各打設順序によって、荷重が変位に比例する弾性床土上の有限梁として行った。

- 断面剛性 -

スパン $l = 25.0\text{ m}$ フランジ幅 $b = 10.80\text{ m}$

$l/b = 0.196$ $l/b = 0.76$

有効幅 $\lambda = 0.76 \times 10.80 = 8.210\text{ m}$

したがって $A = 4,935\text{ cm}^2$ $I_x = 4.576 \times 10^8\text{ cm}^4$

- バルクヘッド部における応力 -

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} + Ky = Wl$$

$$y_x = \frac{2Wl^3}{K} \frac{\cosh \beta x \cdot \cos \beta x' + \cosh \beta x' \cdot \cos \beta x}{\sinh \beta l + \sin \beta l} + \frac{Wl}{K}$$

$$M_x = -\frac{Wl}{\beta} \frac{\sinh \beta x \cdot \sin \beta x' + \sinh \beta x' \cdot \sin \beta x}{\sinh \beta l + \sin \beta l}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{K}{4E \cdot I_x}}$$

W: バルクヘッド部の重量 83 t/片側

Wl: 鋼製の重量 10.2 t/m

$$K = 1.025 \times 21.60 = 22.14\text{ t/m}$$

- コンクリート打設における応力 -

鋼製にコンクリートを打設する場合、中心線に左右対象に打設してゆく。下床版は1/8割り、対象位置に同時に打つ。打設順序は9通り、すなわち362,880通りもあり、この中から最適打設順序を選ばなければならない。そこで各フロアに単独打設した場合の各値を計算より求め(図-5参照)、これらの各値の組合せにより、最適打設順序を決定した。

5. せすか

トンネルエレメントの製作は、すでに3段のコンクリート打設と完了した。この間、鋼製の進水時、及びコンクリートの各打設時に於けるたわみを測定した。これらの値によると、鋼製の断面剛性は計算値より大きく、全断面有効とした場合の値にはほぼ近いことが分かった。又、側壁、上床版を打設する際には、すでに打設した下床版のコンクリートによる断面剛性が支障的となり、コンクリートの硬化とヤング係数の相関関係が重要な意義をもつことは明らかになった。

