

日本建設公団(前・国鉄山陽工務局長)

市島武親

国鉄 鉄道技術研究所

高橋孝治

国鉄 (前山陽工務局市振工事課長)

北村 章

1. 親不知トンネルの概要

- (1) 型式及断面; 複線鉄道トンネル, 内空巾 8.54m , 高さ 6.94m (FL), 掘削断面積 67.1m^2
- (2) 延長; 4536m , 平原起算 204m 245m ~ 308m 781m ,
- (3) 最急勾配; 7% ,
- (4) エ 期; 昭和36年8月着工, 昭和40年9月15日使用開始,
- (5) エ 区; オーエ区, 直轄施工 2910m , オ=エ区 鹿島建設 1626m
- (6) エ 法; 底設導坑先進上部半断面工法,
- (7) 地 質; オ=エ区層の安山岩, 安山岩質凝灰岩および凝灰角礫岩の互層と、これを覆く安山岩の岩脈から成る。

2. 直轄施工の研究課題

- (1) トンネルの急速施工, (2) 土圧と覆工巻厚, (3) 余振りを少なくする工法, (4) 諸種の実験調査。

3. 測定地帯における地質およびその他の状況

- (1) 位 置; 市振坑はよりの距離 2030m 附近,
- (2) 地 質; 安山岩質凝灰岩の弱破砕帯, 弾性波速度 $V_p = 3600 \sim 3800\text{m/s}$,
- (3) アーチ支保工; $H150 \times 150 \times 7 \times 10$ (ハ橋), 間隔 1.2m ,
- (4) 覆工巻厚; アーチコンクリート 60cm ,
- (5) 主要計器; 支柱式ロードセル(無応力計使用), カールソン型ヒズミ計(無応力計使用),

4. 鋼アーチ支保工基礎反力の経過(図1)

- (1) $R_v(L+R)/55\text{日} = R_{vL} + R_{vR} = 2.25\text{t} + 2.48\text{t} = 4.73\text{t}$
- (2) $R_v(L+R)/60\text{日} = 5.95\text{t} + 7.1\text{t} = 13.05\text{t}$
- (3) $R_v(L+R)/86\text{日} = 3.55\text{t} + 5.3\text{t} = 8.85\text{t}$ コンクリート施工後30日
- (4) $R_v/60\text{日} - R_v/55\text{日} = 13.05\text{t} - 4.73\text{t} = 8.32\text{t}$ 主としてコンクリート自重による増加分
- (5) $R_v/86\text{日} - R_v/55\text{日} = 8.85\text{t} - 4.73\text{t} = 4.12\text{t}$ 多分、ジョイント施工→変位抑止→地圧。
- (6) $R_v(L+R)/155\text{日} = 3.85\text{t} + 4.53\text{t} = 8.38\text{t}$ コンクリート施工後100日
- (7) $R_v(L+R)/235\text{日} = 4.8\text{t} + 5.43\text{t} = 10.23\text{t}$ コンクリート施工後180日

コンクリート施工前 R_v の値はほぼ平衡に達したようであるが、覆工コンクリート施工後、両外力が作用し、新しい平衡に達しようとしている。

5. 覆工応力の解析

(1) 測定要素, 横断面における内縁, および外縁の内周方向のヒズミを測定した。覆工応力の解析にはコンクリートの硬化後に原長(施工後30日)をとり、その後の変化量を用いた。ヒズミから応

力を求めるにはコンクリートのヤング率 $E = 2.1 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ とした。

(2) コンクリート硬化温度：最高 $44.5^\circ\text{C}/30$ 日。坑内温度 18°C まで減衰して、ほぼ平衡に達するまでの所要日数は25～30日。

(3) 次式を用いてコンクリート施工後180日におけるコンクリート応力と外力の状態を求めた結果を図2に示す。

$$S_i = \frac{BH}{2} (m_{i+1} - m_i) - \frac{BH^2}{12R} (m_{i+1} - m_i)$$

$$P_i = \frac{BH}{2} \left[n_{i+1} \frac{1 - \cos \phi_i}{\sin \phi_i} + m_i \frac{\cos \phi_i - \cos 2\phi_i}{\sin \phi_i} \right] + \frac{BH^2}{12R} (m_{i+1} - m_i) \cot \phi_i$$

よって $m_i = -(\sigma_1 + \sigma_2)_i$, $m_i = -(\sigma_1 - \sigma_2)_i$ である。尚図2の S_i と T_i との間には、 $T_{i+1} = T_i + S_i$ の関係が成立つ。尚 $R = 450\text{cm}$, $H = 60\text{cm}$ (コンクリートの厚さ), $B = 100\text{cm}$ (奥行)

(4) 解析された覆工の周りの外力の状態には次のような意味があると考えられる。

(a) 打込まれたコンクリートの厚さを示す。

(b) 実際の厚さ、覆工背面の空隙および、他々要素の相互関係から定まるいけば一時的な力学的意味における厚さを示す。

6. 荷重分担

鋼アーチ支保工と覆工コンクリートとの荷重分担状況は図1に示されている。コンクリートの荷重は最下段の測定断面における軸力を用いた。これによるときはコンクリート施工後180日において、鋼アーチ支保工が7% ($R_s \approx 10^t$)、アチコンクリートが93% ($R_c \approx 14.8^t$)である。コンクリートを鋼アーチ支保工が一体梁であると考へた場合もそれぞれ7.7%, 92.3%である。実績では個々の断面では、同じ180日の時点で、 R_s の分が4～7%に分散している。コンクリート施工後に支保工および覆工に外力が作用したことは、コンクリート下面にセッセルされたロードセルによっても明らかなである。

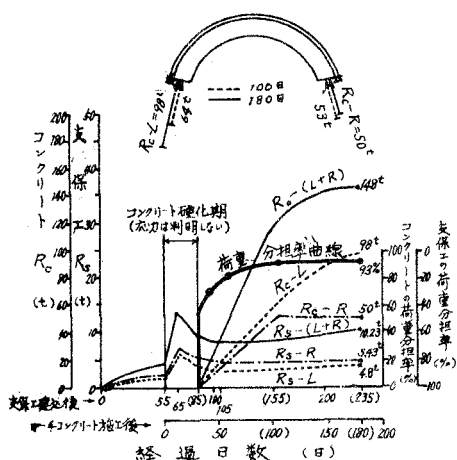


図1 鋼アーチ支保工と覆工コンクリートの荷重分担状況

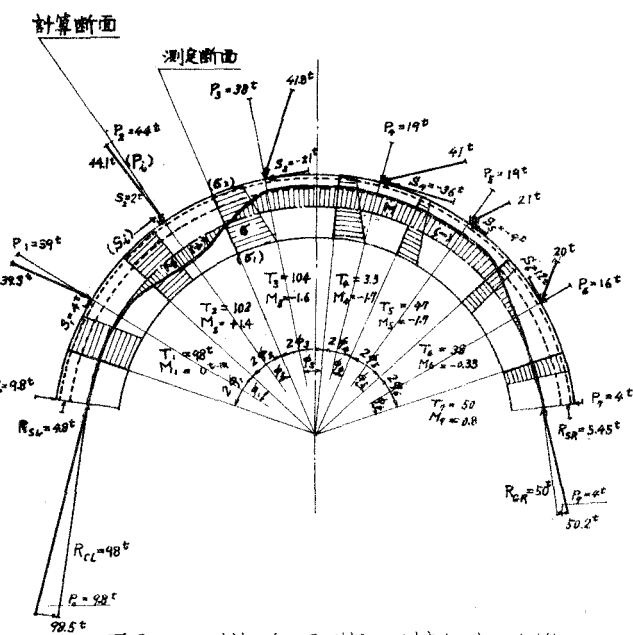


図2 コンクリート施工後180日におけるコンクリート応力と外力の状態