

大深度・硬質地盤におけるRCセグメントの応力計測

西松建設 正会員○大江 郁夫

中川 真吾

1. はじめに

当工事は、セグメント外径 $D_o = \phi 3.40\text{m}$ 、仕上がり内径 $D_i = \phi 3.00\text{m}$ 、桁高 $t = 200\text{mm}$ 、セグメント幅 $B = 1200\text{mm}$ 、延長 $L = \text{約 } 2560\text{m}$ のケーブル洞道を泥水式シールド工法で施工するものである。最小土被りは約 7m であるが、大半を土被り $50 \sim 118\text{m}$ の大深度を掘進する。地表は礫層におおわれているが、トンネル掘進深度の地質は泥岩、砂岩などからなり、付加体である(図-1)。本稿では、大深度・高水圧かつ硬質地盤におけるセグメントに作用する土圧と水圧、およびセグメントに発生した断面力の計測結果を報告する。

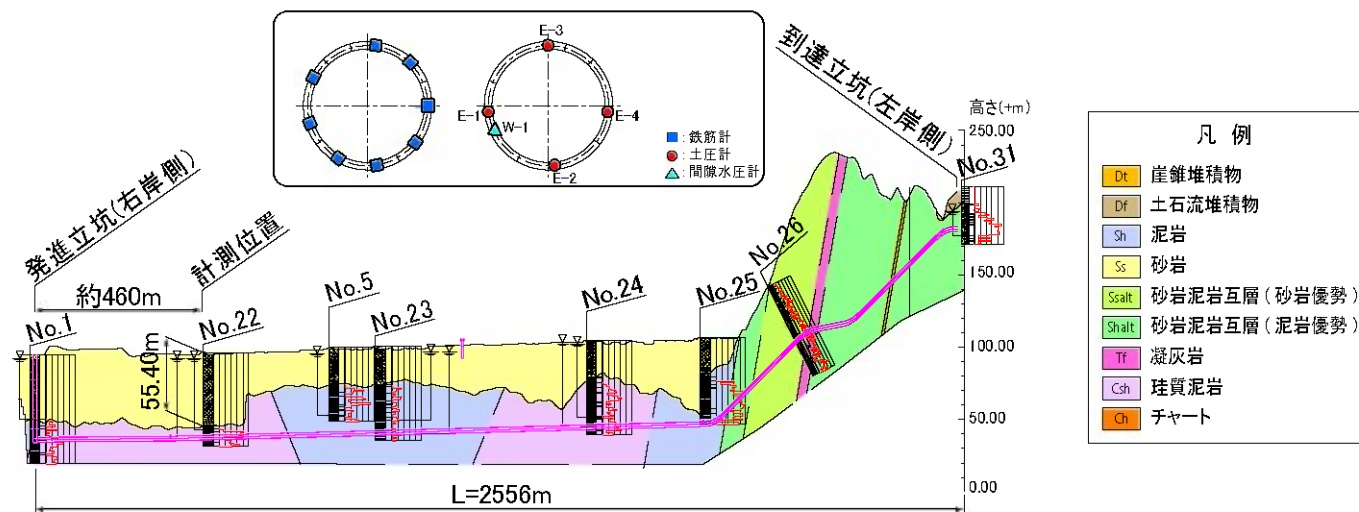


図-1 地質縦断面図および計測位置図

2. セグメント構造

セグメントは二次覆工省略型である。セグメント諸元を表-1に示す。セグメント継手は内面平滑、ワンパス型であるフック継手、リング継手はT Sジョイントを用いた^{1) 2)}。

表-1 セグメント諸元

形	状	外径 $\phi 3400\text{mm}$ 、桁高 200mm
分	割	$2A + 2B + \text{小}K$
コンクリート強度		$\sigma_{ek} = 48\text{N/mm}^2$
主鉄筋仕様		内外とも 8-D13 (芯かぶり 40mm)

3. 土水圧計測結果

土圧計はセグメント組み立て直後から計測した(図-2)。裏込め注入圧力は、水圧 $+0.9\text{MPa}$ 程度のピーク値を示した E-1 を除き、概ね「水圧 (約 0.5MPa) $+ 0.3\text{MPa}$ 」を示し、「裏込め注入圧 = 水圧 $+ 0.5 \sim 1.0\text{MPa}$ 」の範囲で施工ができた。土圧計の値は押切り後 2 日程度で安定した。水圧計の計測は組み立て後 3 日後から始め(図-2)、当初から安定した計測値を示した。

計測値が安定した後の土圧計計測値は、E-1 を除き、水圧と同程度である。礫層 ($N \geq 50$) および泥岩層 (一軸強度 21.4MN/m^2) の「ゆるみ土圧」が非常に小さいためと考えられる。E-1 の土圧計測値は「水圧 $+ 0.1\text{MPa}$ 」程度となったが、これは裏込め注入圧の残留圧と考えている。

4. 断面力計測結果

断面力の計測結果を図-3に示す。側部で裏込め注入圧が高かったことからセグメントリングの上下に負の曲げモーメントが発生しており、曲げモーメントのモードが設計断面力と異なる。さらに、設計断面力に比して

キーワード 大深度、岩盤、シールド工法、RCセグメント計測

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10 西松建設(株)土木設計部 TEL:03-3502-7638 E-mail:ikuo_oe@nishimatsu.co.jp

大きめの値を示している。しかし、鉄筋の応力は全断面圧縮を示し、かつ鉄筋およびコンクリートいずれも許容応力度内にあったことから、セグメントの品質に問題はないと判断した。また、セグメントに目視可能なクラックは発生していない。

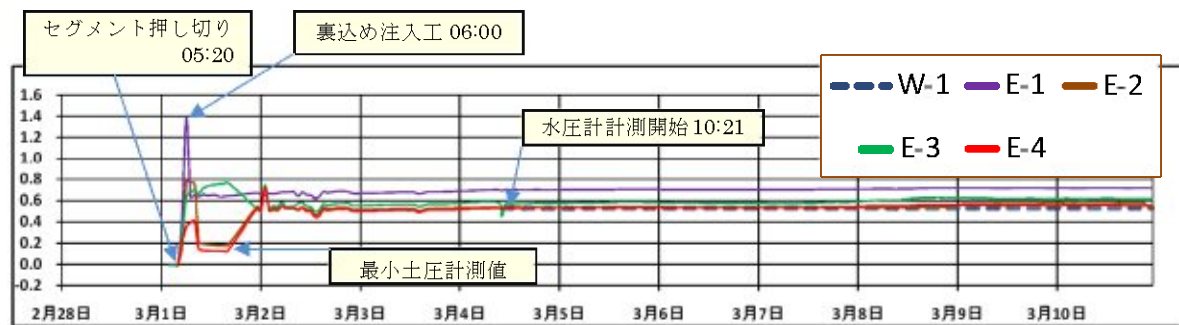


図-2 土水圧計測結果 (MPa)

	曲げモーメント (kN/R)	軸力 (kN/R)	着目点 (⇒) の計測結果
裏込め注入工施工時			$M_{min} = -45.3 \text{ kN} \cdot \text{m/R}$ $N = 1690 \text{ kN/R}$ $\sigma_{ci} = 12.2 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{si} = -53.9 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{co} = 1.4 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{so} = -19.0 \text{ N/mm}^2$
土圧最小計測値時			$M_{min} = -48.7 \text{ kN} \cdot \text{m/R}$ $N = 1030 \text{ kN/R}$ $\sigma_{ci} = 10.3 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{si} = -41.7 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{co} = 0.0 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{so} = -0.2 \text{ N/mm}^2$
収束後 (3/10 24:00)			$M_{min} = -57.8 \text{ kN} \cdot \text{m/R}$ $N = 1930 \text{ kN/R}$ $\sigma_{ci} = 14.7 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{si} = -64.1 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{co} = 0.9 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{so} = -19.5 \text{ N/mm}^2$

注) 図中、実線は0を示し、破線は設計断面力を示す。また、各 ● 印は鉄筋計の値から算出した断面力を示す。コンクリート応力は正值が圧縮を示し、鉄筋応力は正值が引張を示す。

図-3 断面力計測結果

5. おわりに

今後の都市トンネルは大深度に構築されることが多くなると想定される。本稿で示した大深度・硬質地盤におけるセグメント計測結果が同種の工事の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 舟木, 長岡, 岩田, 本郷, 若林: フック継手 (セグメント継手) の開発-軽荷重タイプ-, 第 60 回土木学会年次学術講演会, Vol. 60th, ROMBUNNO. 3-199, 2005. 9
- 2) 国藤, 橋本, 岡山, 浅野, 加藤: TS ジョイント (リング継手) の研究・開発, 第 65 回土木学会年次学術講演会, Vol. 65th, ROMBUNNO. VI-230, 2010. 8