

実物 R C セグメントによる実験データに基づく シールドトンネルの土圧評価の際の乾燥収縮ひずみの影響について

大成建設株式会社

日本シビックコンサルタント(株)

正会員 西田 義則

正会員 ○勝尾 伸一

奥尾 展保

正会員 藤井 和人

正会員 新井 孝弘

1. はじめに

本書は、実物の R C セグメントを供試体として行った乾燥収縮の現場計測により明らかとなった「R C セグメントの乾燥収縮特性」と、この計測結果にもとづき「土圧計の計測値と鉄筋計で推定した土圧とが異なる要因」について解析した結果を報告するものである。

2. 研究の背景と目的

一般にコンクリート構造物の変形挙動等を把握するためには、コンクリートの乾燥収縮を正確に把握することが重要である。しかし、シールドトンネルの R C セグメントの場合は、その設置環境が地上と比べて乾燥影響の小さな地下である点や、それらが継手で連結される比較的柔な構造体である点からか、特別に「R C セグメントの乾燥収縮特性」として研究されることは無かったようである。一方、シールドトンネルに作用する荷重に関しては、その予測確度の向上を図る上で今後明らかにすべき課題として、現場計測結果における「土圧計の計測値と鉄筋計から推定した土圧とが異なる要因」の解明が課題¹⁾として残されていた。

3. 乾燥収縮ひずみの計測条件と計測方法

乾燥収縮ひずみの計測条件は、図 1 に示すとおりである。この条件について、ここで補足する。まず、セメント種類、配合および供試体の養生条件については、国内の R C セグメントとして一般的な条件である。次に、乾燥収縮に影響する部材体積表面積比 (V/S) については、11.1cm であり、JIS-A-1129 規格の試験体 (10cm × 10cm × 40cm、2.2cm) と比べ約 5 倍である。最後に、乾燥収縮の計測方法については、鉄筋に設置したひずみゲージ (4 ゲージ法：温度補償有り) で計測している。

4. R C セグメントの乾燥収縮ひずみの特性

計測値に基づき終局的な乾燥収縮ひずみを予測した値は、「約 -160×10^{-6} 」である。また、進行の特徴は、

① セメント種類と配合等

セメント種類	普通ポルトランドセメント(住友)
セメント量	424kg
水セメント比	33.7%
圧縮強度(N/mm ²)	62 (設計強度48)
スランプ	3cm ± 1.5

② 供試体の養生条件等

日数	内容
-4日目	打設→3h蒸気養生
-3日目	脱型→水中養生開始
±0日目	水中養生終了(4日)
+27日目	屋外からトンネル坑内へ搬入

③ 供試体寸法等

鉄筋重量	439 kg
セグメント体積	1.561 m ³
セグメント表面積	14.1 m ²
部材体積表面積比	11.1 cm
乾燥開始材齢	4 日
周方向の鉄筋かぶり	約 6 cm
軸方向の鉄筋かぶり	約 4 cm

④ トンネル坑内の気温と湿度

気温(H15.1~H15.5)	約12~18℃
湿度	約90%

<計器配置>

場所：茨城県
工事：鉄道トンネル建設工事
工法：泥土圧シールド工法
地盤：洪積層砂層(計測断面)
土かぶり：約10m(1.4Φ)
セグメント諸元

種類：R C 平板型
分割：6 分割
外径：φ o 7300mm
内径：φ i 6700mm
厚さ：t 300mm
幅：B 1500mm

<計測状況写真>

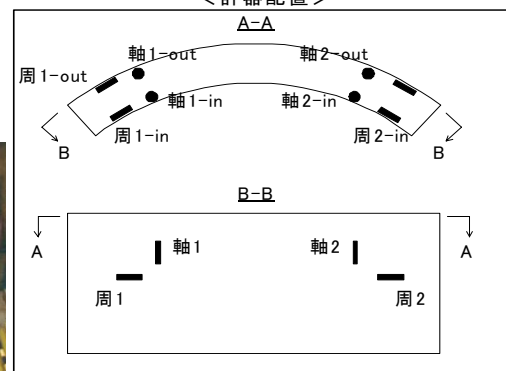


図1 実物 R C セグメントによる乾燥収縮ひずみの計測条件

キーワード シールドトンネル, R C セグメント, 現場計測, 乾燥収縮, 土圧評価

連絡先 〒116-0013 東京都荒川区西日暮里2丁目26-2 技術本部技術研究部 TEL 03-5604-7551

J S C E に示された一般的な進行と比較して「終局的な乾燥収縮に至るまでの進行速度が遅い」ことが挙げられる。ここに、今回計測した乾燥収縮ひずみ特性の回帰式は「 $\varepsilon = -165 + 49740 / (x + 297)$ 」ここに、 ε : 乾燥収縮ひずみ $\times 10^{-6}$, x : 乾燥日数」である。

5. 土圧計の計測値と鉄筋計で推定した土圧との相違に関する解析結果

今回の現場計測で把握した乾燥収縮の特性と一般的なシールドトンネルにおける現場計測条件により、RCセグメントの鉄筋

計に含まれる乾燥収縮ひずみとの関係を解析した結果は、図4に示すとおり「 $-20 \times 10^{-6} \sim -100 \times 10^{-6}$ 」である。鉄筋計による推定土圧は、図5に示すとおり $t/D = \text{約} 4\%$ の場合で、この乾燥収縮ひずみにより実際に作用している土圧よりも $50 \sim 300 \text{ kN/m}^2$ 程度高い値として計算されることが分かった。

以上の解析結果について、今回の乾燥収縮の計測と平行して実施した土圧計と鉄筋計等を含むシールドトンネルの現場計測結果で検証した結果は、図6に示すとおりである。同図に示すとおり、土圧計の計測値を実際の土圧相当と見ると、鉄筋計からの推定土圧とこの土圧との相違は、乾燥収縮の影響として概ね説明できることが明らかとなった。

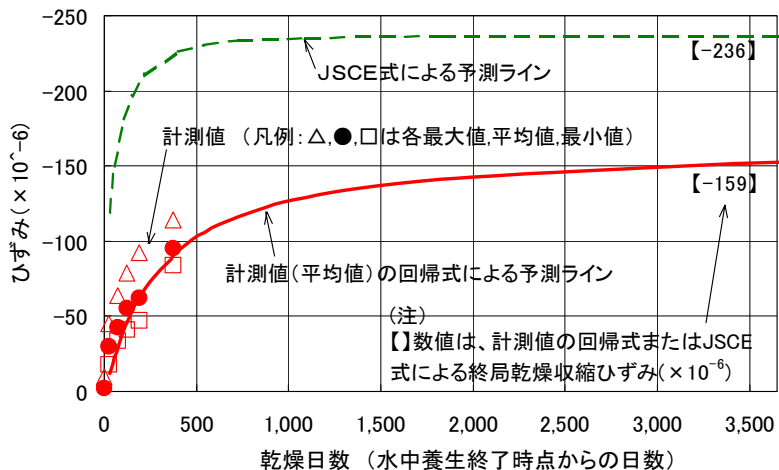


図2. 乾燥日数と乾燥収縮ひずみとの関係の計測値と予測値

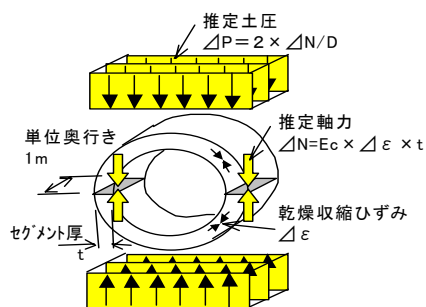


図3. 鉄筋ひずみ計測値からの推定土圧の算定模式図

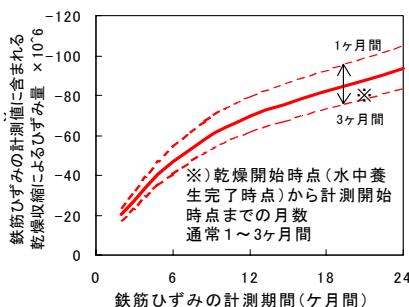


図4. 計測開始時期と鉄筋ひずみ計測値と乾燥収縮との関係

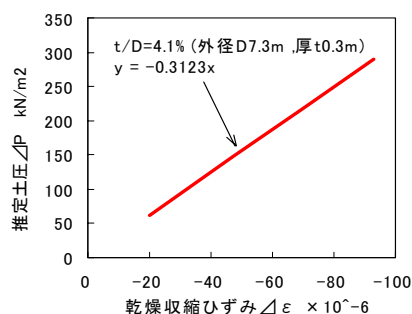


図5. 乾燥収縮と鉄筋ひずみによる推定土圧との関係

6. 今後の課題

現行の示方書等々に示されているシールドトンネルの設計土圧は、鉄筋計からの推定土圧に近い値となっている。今回の計測で得た知見は、このような現行の設計土圧が実際の土圧を過大評価している可能性のあることを

示唆している。今後は、さらに現場計測を実施して今回得た知見の検証を進めると同時に、合理的な設計土圧の設定方法についても検討を進めていくことが重要と考えている。

参考資料

- 1) 旧建設省土木研究所, シールドトンネルの作用土圧に関する現場計測報告書, 平成8年3月

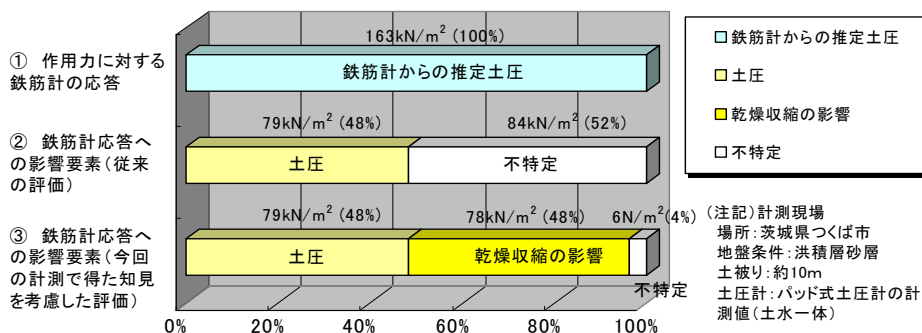


図6. 鉄筋計からの推定土圧と土圧計による土圧との相違の分析例