

Ⅲ-658

大深度シールドトンネルに作用する土水圧の現場計測結果について

N T T関西設備建設総合センタ 土木技術部 正員 中川 裕司
 N T T関西設備建設総合センタ 土木技術部 東野 正博
 株式会社協和エクシオ関西支店 土木部 河原崎敏夫

1. はじめに

近年、都市部においては地下空間の利用増加に伴い、シールドトンネルは大深度部に施工される傾向にある。しかしながら、シールドトンネルを設計する上で基本となるセグメントに作用する土圧に関しては、未解明な部分が多い。本稿においては、洪積土層中のセグメントに作用する土圧を現場計測した結果について報告する。

2. 現場計測概要

2-1. シールド工事の概要

シールド工法は泥水加圧式シールドであり、現場計測位置でのセグメントは外径 3,700mm・幅 900mm・桁高 225mm・主桁厚22mm・4本主桁のスチールセグメントである。また、推進土層は、図-1に示すとおりN値50以上の砂礫層とN値25程度の粘性土の洪積層の互層である。

2-2. 計測項目及び方法

計測項目は表-1に、計測器設置位置は図-2に示した。

表-1 計測項目		
計測項目	計器名	測点数
土 圧	パッド式土圧計	6
水 圧	間隙水圧計	6
ひずみ	ひずみ計	16

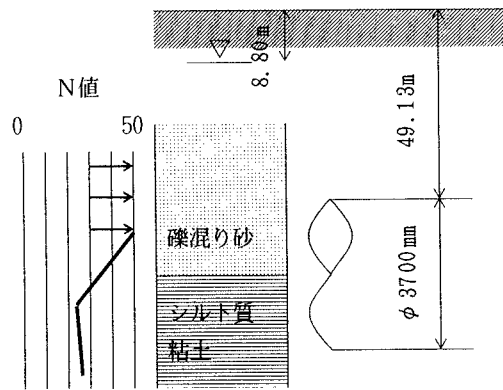


図-1 推進土層

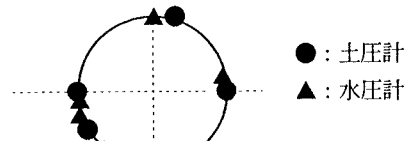


図-2 計測器設置位置図

3. 現場計測結果

3-1. 土水圧の経日変化

セグメントに作用する土圧は、図-3に示すように計測リング組立後、テールシールを出たセグメントへの裏込注入により約3.9～4.9 kgf/cm²まで上昇した。その後は2つの傾向に分かれる。一方は裏込後作用土圧は徐々に減少し、セグメント組立後1ヵ月以降はほぼ一定値を示した。もう一方は裏込注入後1ヵ月まで急激に増加しその後増減を繰り返した。

水圧については、裏込注入後注入材を貫いて削孔してから間隙水圧計を裏込注入孔に設置した。図-4に示すように裏込注入後から全ての位置で水圧の値は一定でほとんど変化しなかった。土圧の変動に比べて水圧の変動がほとんどないことから土圧の変動は有効土圧の変動によるものであり、有効土圧は測定位置によっては10ヶ月経過後も安定していない。

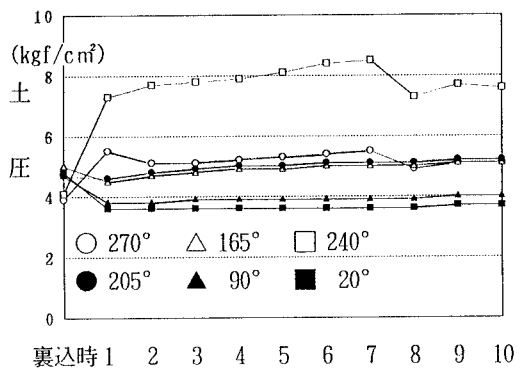


図-3 土圧の経日変化（ヶ月後）

3-2. 土水圧の分布

図-5にセグメント組み立て後10ヶ月後の土水圧の分布を示す。土圧の分布は240°の位置を除くとやや左側が大きいがほぼ左右対象であり、上部から下部に向かって大きな値を示した。また、水圧の分布もほぼ左右対象を示した。

図-6に土被りと土水圧との関係を示す。計測された水圧は天端部で約3.0kgf/cm²と設計値4.0kgf/cm²の約75%と小さな値を示したが、その分布はトンネル上半部の砂層の被圧水頭より算出した静水圧分布とほぼ同様である。天端部に比べ測部の水圧が小さいのは天端部が砂層であるのに対し、トンネル下半部は粘土層であるためと考えられる。

計測された土圧は、水圧より約1～4kgf/cm²程度大きな値を示し、その差が有効土圧である。有効土圧分布は、下半部は上半部の約2倍程度となっているが、これは上半部がN値60以上の硬い洪積砂層であるのに対し、下半部はN値25程度の洪積粘土層であり、各層の側方土圧係数の違いによるものと考えられる。

3-3. 土水圧の計測値と設計値の比較

天端部の土水圧の計測値及び設計値を表-2に示す。土圧の計測値は3.7kgf/cm²であり、設計値8.9kgf/cm²の約40%しかなく、ゆるみ土圧を考慮した場合は4.4kgf/cm²と設計値とほぼ等しくなる。

有効土圧に関しては、計測値は0.8kgf/cm²と設計値4.9kgf/cm²の約20%と大変小さな値を示したが、テルツァーギのゆるみ土圧0.35kgf/cm²の約2倍の値となった。

トンネル下半部の洪積粘土層での土圧の計測値は3.9～7.6kgf/cm²で設計値の40～85%（平均60%）有効土圧については1.0～4.3kgf/cm²であり設計値の20～87%（平均45%）となった。

4. まとめ

土水圧の計測結果から以下のことがわかった。

- (1)セグメントに作用する有効土圧は、施工後10ヶ月経過しても安定せず、変動している。
- (2)大深度シールドトンネルのセグメントに作用する有効土圧は洪積砂礫層で設計値の約20%、洪積粘土層で設計値の約45%しか発生していない。

今後は、ひずみ計測結果と合わせてセグメントに作用する土圧について検討していく予定である。

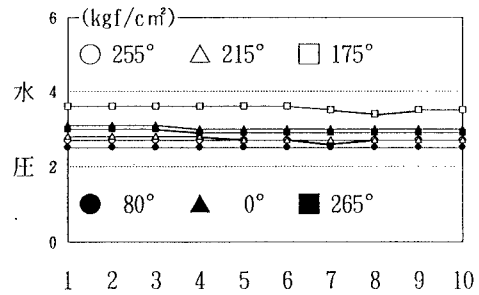
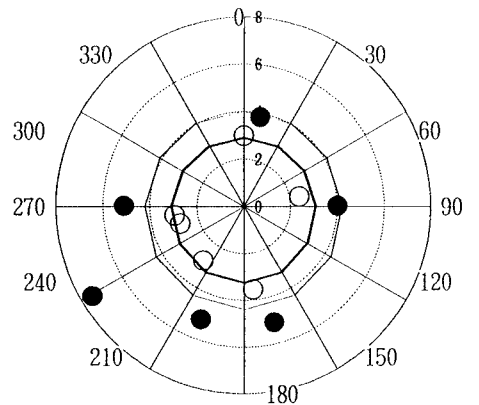


図-4 水圧の経日変化（10ヶ月後）



- 土圧(kgf/cm²) — 推定水圧（被圧水頭より算出）
- 水圧(kgf/cm²) — 推定水圧（地下水位より算出）

図-5 土水圧の分布（10ヵ月後）

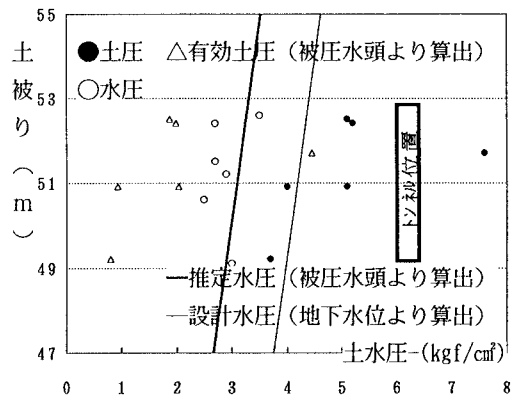


図-6 土被りと土水圧の関係（10ヶ月後）

表-2 天端部の土水圧（10ヵ月後）

計測値 (kgf/cm ²)	計算値 (kgf/cm ²)
計測土圧 3.70	設計土圧 8.94
計測水圧 3.00	設計水圧 4.03
計測有効土圧 0.80	設計有効土圧 4.91
被圧水圧 2.89	ゆるみ土圧 0.35