

大成建設 正会員 金子研一

大成建設 正会員 別所俊彦

1.はじめに

立坑と水平坑をシールドを用いて連続して掘進する鉛直水平両用シールド機の開発研究を行っている。立坑掘進時における立坑セグメントの背面への裏込め注入は、通常のシールド掘削と異なり、下方の切羽に廻り易いことが想定される。裏込め注入が不確実の場合、地表面沈下の原因となるばかりでなく、立坑周囲の摩擦力不足からの立坑浮き上がりおよびカッタの回転への障害が懸念される。本文では、立坑掘進時の作用荷重バランスにおける裏込めの重要性和裏込め落下防止方法について検討した結果を報告する。

2.立坑掘進時の作用荷重

立坑をシールドで掘削する場合、初期状態においてはシールド自重等の下方力が泥水浮力、各種抵抗力を上回るため、シールドを牽引する力が必要となる。その後下方力より浮力等上向き力が大きくなると、シールドジャッキ反力により立坑掘進するが、その反力は深度と共に増大する。このジャッキ反力に対抗する力としては、シールドおよびセグメント重量の他に、ガイドウォール重量とセグメント周囲の摩擦力で確実に支持されなければならない。このようにケーソン工法と異なり周面摩擦力を期待した設計が可能となるところに本工法の特徴がある。

立坑掘進時の荷重バランスが成立するか否かの判定のため、軟弱な沖積層における土質をモデルに、掘削外径 $\phi 5530\text{mm}$ 、重量220 tのシールドが鉛直掘進する際の解析を行った。掘削深度によるセグメント周囲の許容摩擦力は、セグメント周囲の摩擦力度を砂質土:0.5N、粘性土: $c^*(\text{t/m}^2)$ とすると

(掘削深さ-シールド長-余裕長-ガイドウォール高さ)×セグメント周長×摩擦力度

と表せる。図1に掘削深度とセグメント周囲の許容摩擦力の関係を示す。安全率のとりかたによりセグメント周囲摩擦力に大きな差がでることが分かる。

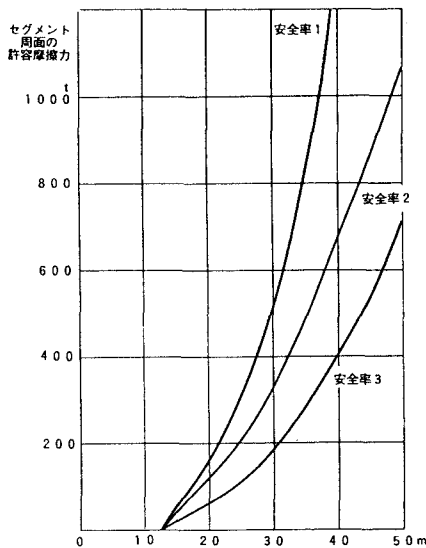


図1 セグメント周囲摩擦力

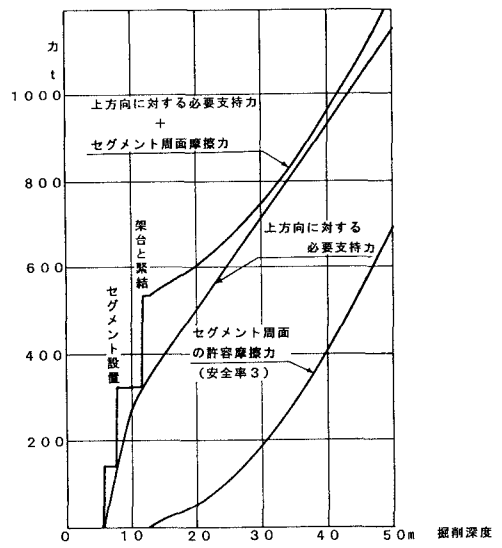


図2 立坑掘進時作用荷重

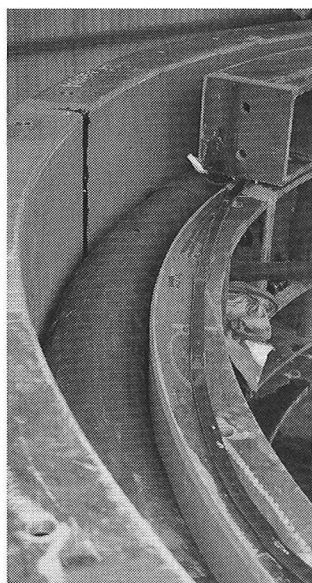


写真1 袋付セグメント

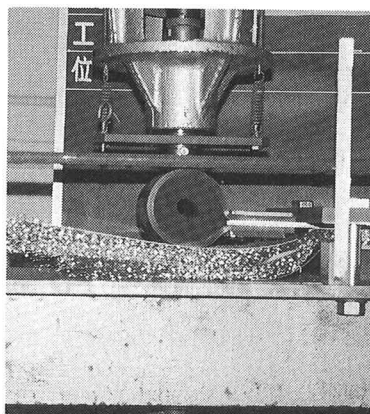


写真2 逆バネ押し付け状況

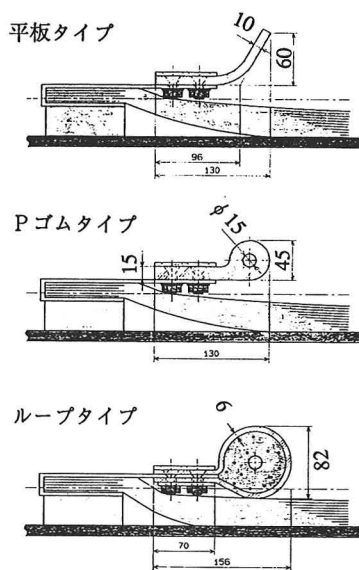


図3 逆バネ形状

図2によると上方向に必要な支持力に対し、シールド重量、セグメント重量だけでは抵抗することができないが、ガイドウォールと結合することと安全率を3とした場合でもセグメント周面摩擦力を期待することで対処可能であることが分かる。このように周面摩擦力を期待するためにも、確実な裏込め注入が要求される。

3.裏込め落下防止装置

裏込め材を落下させない施工法として、立坑セグメントに収納した袋を膨らませることで、地山との間に堰を設ける方法（写真1）と、シールドのテール端部に逆バネを装備して行う方法を検討している。図3（材質は硬質のウレタンで硬度90、ループタイプは硬度70で内部に軟質のウレタンフォームを包む。）に選定した逆バネの形状、写真2に押し付け実験状況（ループタイプの逆バネとワイヤブラシを組み合わせている）、図4にその結果を示す。横軸に押し付け変位量、縦軸に押し付け荷重を示し、図中○印はスキンプレートと地山間の空隙が0mmの状態を示す。

現段階では、施工性、経済性から袋付セグメントより逆バネ式が有利であり、押し付け力を要求性能と評価した場合、ループタイプが最適と考える。なお、逆バネ式について、モルタルの付着による耐久性実験も行ったが有意な差は生じなかった

4.おわりに

本研究は東京電力、大成建設、石川島播磨重工業の3者で共同研究を行っているものである。実施工に当たっては落下防止装置を取り付け、入念に裏込め材の管理を行うことが必要である。

【参考文献】日本道路協会：道路橋示方書・同解説（下部構造編），表解9.4.4，場所打ち杭工法，平成2年2月

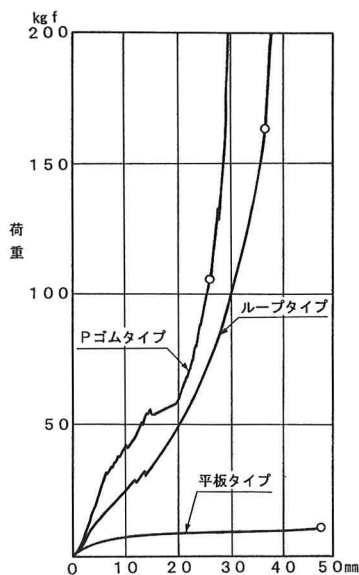


図4 荷重-変形量曲線