

VI-22

矩形セグメント推進による地中接合

日本電信電話（株）正会員 大西 辰男

日本電信電話（株）正会員 神野賢太郎

日本電信電話（株） 木佐 人典

1. はじめに

本工事は、既設立坑から既設シールド上部までの間（推進長14m）を矩形セグメントを用い、全断面開放の手掘りにより推進した後、既設シールドと矩形セグメントを開口し、矩形シャフト（深さ1mの地中接合）により、連絡とう道を築造したものである。本工事では、既設シールド補強部材及び矩形セグメントの主要部材に計測器を取付け、各部材の発生応力を監視しながら施工したものである。

以下に本工事の計測管理の概要と施工結果（予測値との対比を含む）について報告する。

2. 計測計画概要

(1) 計測方法

計測器の設置状況を図-1に示す。各部材の測定は、ひずみ量を立坑上に設けた計測室に設置したパソコンに自動的に取込み出力させ、測定結果は、パソコンで図表化し設計応力と比較した。

(2) 計測管理方法

計測管理値を表-1に示す。

補強部材は、各部材の計器配置上の各点の設計計算値を2次管理値とし、その80%を一次管理値とした。矩形セグメントは、鋼材の短期許容応力度を二次管理値とし、設計計算値を一次管理値とした。

矩形セグメントの表面ひずみ計取付位置を図-2に示す。

応力度が一次管理値を超えた場合は、予測計算を行い、その原因を把握し、二次管理値を超える値が発生した場合は直ちに補強を行い、安全の確保を図ることとした。

3. 施工結果

(1) 補強部材発生応力

薬液注入に伴って、補強部材に最大応力約460 kgf/cm²の圧縮応力が発生したが、一次管理値を超える応力度は測定されなかった。リング梁に作用した外荷重を計算すると、図-3のような状態が想定された。

(2) 矩形セグメント推進時

セグメントは施工上の制約から4分割とし、最大推力は、約1000tと予想された。セグメント推進は手掘りの完全先掘方式

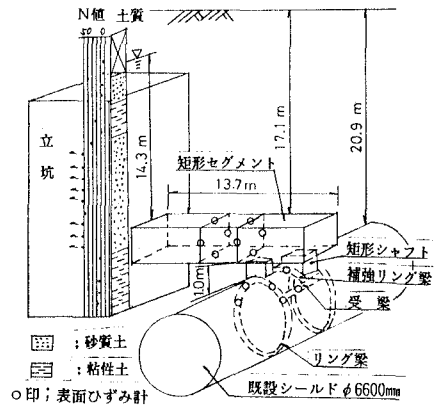


図-1 計器設置状況

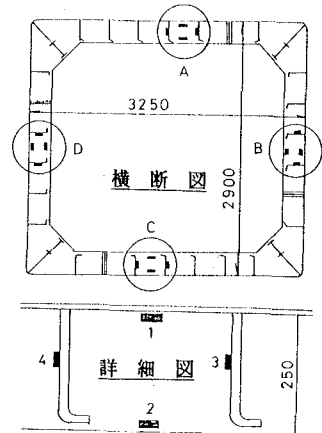


図-2 表面ひずみ計取付図

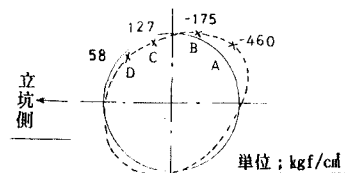


図-3 薬液注入による荷重変動

表-1 管理値 単位: kgf/cm²

部材	計器名	一次管理値	二次管理値
補強部材	リ A	± 678	± 848
	B	± 1449	± 1811
	C	± 183	± 229
	D	± 494	± 618
材	補強リング梁	± 1449	± 1811
	受 梁	± 1337	± 1671
矩形セグメント	A	1 ± 1000	± 2850
		2 ± 1043	± 2850
		3, 4 ± 1724	± 2850
	B	1 ± 60	± 2850
		2 ± 330	± 2850
		3, 4 ± 1724	± 2850
	C	1 ± 1007	± 2850
		2 ± 1061	± 2850
	D	3, 4 ± 1724	± 2850

のため、薬液注入と圧気工法を併用し、出水等の問題も発生しなかった。最大推力は510tで、応力変動も一次管理値を超えなかったが、セグメントの縦リブに取付けた各計器に、推力による圧縮力が（最大圧縮力＝770kgf/cm²）増加し、推進終了後ジャッキの戻しとともに減衰する傾向が見られた。

また、主桁は特に一定方向の変化を示さず、圧縮、引張応力の増減が複雑に発生し、リング梁はセグメントがリング上部に達した時、上載荷重の減少による変動が発生した。変動状況から想定したリング梁の変形は図-4のようであった。

（3）裏込注入

裏込注入（最大注入圧3kgf/cm²）施工時のセグメント主桁には、図-5の変形状況が発生したことが、測定値より判断された。（数値は最大応力値）

（4）地中接合

矩形セグメントと既設シールド間の開口に伴って補強部材に発生した応力変動の最大値を表-2に示す。接合により一次管理値を超える応力度は、発生しなかった。

（5）地表面の変状

施工中、地表面における沈下は、水準測量により計測したが、特別な変化はみられなかった。

4. 考察

（1）薬液注入

既設シールドの1.6m上部での複合注入であり注入圧力による外荷重は働かないと想定していたが、注入方法を上段より下段に向かって施工した結果、補強部材に応力が発生し、既設構造物に与える薬液注入の影響が大きい事が判明した。なお、層境への一部未改良部分はあったものの、本工事のような締まった滞水細砂層の改良には、複合注入工法が効果的であると思われる。

（2）矩形セグメント推進

セグメント推進では、主桁の応力分布、ジャッキ推力の増加状況、切羽の状況等から判断して、推進部薬液注入の効果が有り、周辺地山は十分自立していたと判断される。推進終了後は全ての点で、二次管理値の60%以下の発生応力に留まり、安全性は十分確保された。

（3）地中接合

地中接合部においては、開口部全体構造としての応力変動が表れた。開口部の最終応力は、一次管理値の1/2以下の発生応力に留まっており、支保工全体構造としての安全は十分保たれている。

5. おわりに

本工事は、パソコンを利用した計測システムにより、補強部材の応力をリアルタイムで把握し、管理値を上回ることなく安全に施工できた。しかし、測定値と予測値（設計値）は必ずしも一致をみず、今後は設計時点で、三次元解析等との比較検討により、適切な計測システムを用い、今後の工事に反映させていくこととする。

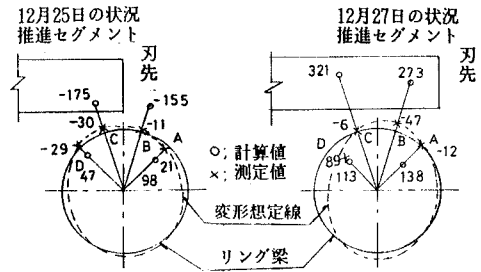


図-4 セグメント接近に伴う荷重変動 単位: kgf/cm²

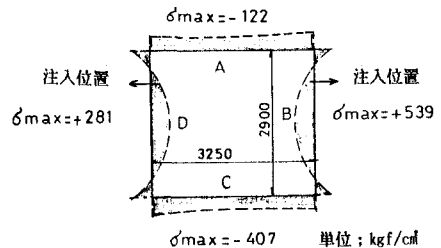


図-5 裏込注入に伴う応力発生

表-2 開口に伴う変動 単位: kgf/cm²

支保工	最大発生応力	設計値
リング梁	-165	+229
受け梁	-463	+1671
補強リング梁	+45	-1811