

ECL工法（TEL工法）における複胴スライド部の耐久性について

東京電力（株） 正会員 須田 嘉彦
 （株）大林組 正会員 田内 英二
 （株）奥村組 正会員 和田 洋

1.はじめに

ECL工法（直打ちコンクリートライニング工法）において、掘削と覆工の作業を分離するためにシールドマシンの構造を前胴と後胴から構成される2胴タイプ（複胴式）にする場合がある。このとき、複胴機構は土中において外胴と内胴がスライドするため、スライドする隙間へ土水圧が作用し、特に複胴部のシール内へ土砂が噛み込み、内胴摺面の摩耗、漏水、腐食等厳しい使用条件にさらされることが予想される。

そこで、シールドマシンの複胴部を模擬した実験装置により、複胴スライド部のシールの耐久性の確認実験を行った。本報告はその結果について述べたものである。

2. 実験概要

実験装置を図-1に示す。本装置は、土水圧を載荷できる地山を模擬した土槽（図-2参照）内を円筒型の内胴（外径φ1630mm、スライドストローク1000mm）が摺動する装置であり、内胴は材質による比較を行う目的で左側に一般構造用圧延鋼SS400（以後SS材と称す）、右側にステンレス鋼SUS304（以後SUS材と称す）を使用し中間部で溶接し一体構造とした。

複胴シール部には左右とも組合せシール（ダストシール1段+メインシール2段）を装備している。表-1にシール構造概要を示す。

土槽内には土水圧として、本工法の開発目標である水圧2.0kgf/cm²に対して3倍の安全

表-1 シールの構造概要

名称	ダストシール	メインシール	組合せシール
形状			メインシール 外胴 内胴 ダストシール
材質	ウレタンゴム	ニトリルゴム	ウレタン+ニトリル
たわみ代	6mm	5mm	ダストシール —接触面圧により摺動軸面の土粒子を拭き取る
引張強度	40kgf/cm ²	150kgf/cm ²	メインシール —弾力のある材料により止水する
引裂強度	97kgf/cm ²	39kgf/cm ²	
硬度	H.S.91	H.S.80	
伸び	400%	200%	

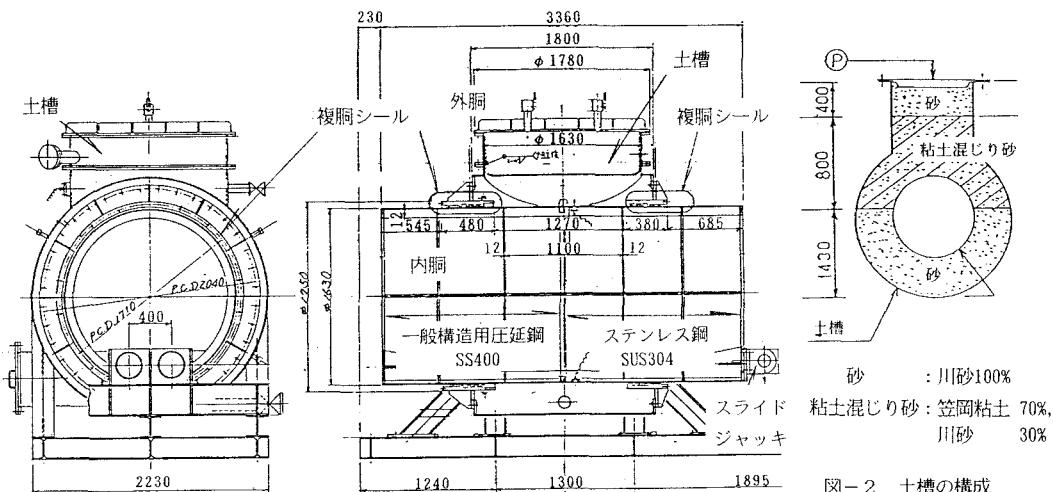


図-2 土槽の構成

図-1 実験装置全体図

率を考慮して水圧 6.0kgf/cm^2 、土被り10m程度を想定し土圧 2.0kgf/cm^2 を載荷した。

実験は、内胴を往復動（摺動速度 600mm/min ）させ、摺動距離6000m（掘進距離3000m）まで行い、1往復当りの漏水量、内胴表面の粗さ、シールの温度等を測定した。

3. 実験結果および考察

(1) 漏水量

図-3に1往復当りの漏水量と摺動距離の関係を示す。これによると、SUS材では摺動距離が延びても全く漏水は発生しなかったが、SS材では摺動距離4300m付近から漏水が始まり、その後は大きな変化はないが、6000m付近で再び増加する傾向を示した。

(2) 内胴の表面粗さ

漏水の原因を追及するため、内胴表面の表面粗さの測定を行った。図-4に表面粗さと摺動距離の関係を示す。表面粗さは、SUS材ではほとんど変化はないが、SS材では摺動距離と共にほぼ直線的に大きくなっていると砂粒子により表面が擦られていると考えられる。このことより、SS材に比べてSUS材の方が摩耗性の点から優れていると言える。

また、SS材における漏水は複胴シールの機能が低下したためではなく、内胴表面が土槽の砂により摩耗されて凹凸ができ、凸部はシールリップにより押しつけられるが凹部に隙間が発生し、漏水が発生したと考えられる。

(3) シールの温度、物性の変化

図-5にシールの温度の経時変化を示す。この結果より、シール温度の変化は外気温の温度の変化によるところが大きく、摩擦熱によるシールへの影響は極めて少ないことが判明した。

また、耐久性実験前後にシールの物理試験を行った結果を表-2に示す。これからもシールの物性の変化はほとんど見られないことがわかる。

4. おわりに

本実験より、耐久性はシール本体よりも摺動する内胴表面の部材によるところが大きく、一般構

造用圧延鋼 SS400に比べてステンレス鋼 SUS304の方が摩耗性の点から優れていることがわかった。一般構造用圧延鋼（SS材）を使用した場合に若干の漏水が発生したが漏水量は微量であり、複胴スライド部そのものの性能には支障はないと考えられる。

今回、野沢3丁目付近管路新設工事（仕上がり内径 $\phi 2350\text{mm}$ 、ECL工法施工延長=822m）において複胴式ECL工法の施工を行った。内胴の材質はより安全を考慮してステンレス鋼（SUS304）を採用し、複胴シール部はスクレーパ2段+ダストシール1段+メインシール2段を装備した構造とした。ECL工法の施工を平成4年6月より開始し、平成5年4月に終了した。複胴スライド部の性能についてはシール内への土砂の噛み込みによる推力の増加現象、シール部の耐久性低下による漏水もなく非常に良好な結果が得られた。

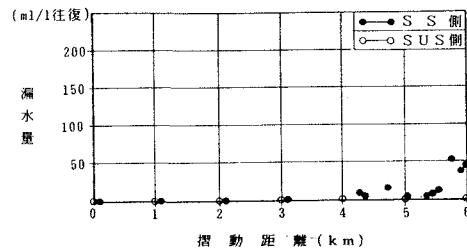


図-3 摺動距離と漏水量の関係（組合せシール）

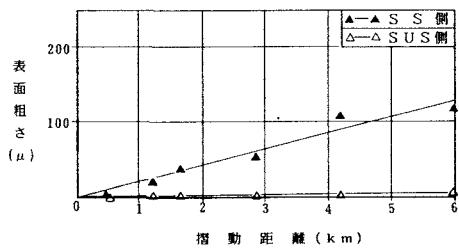


図-4 摺動距離と軸胴表面粗さの関係

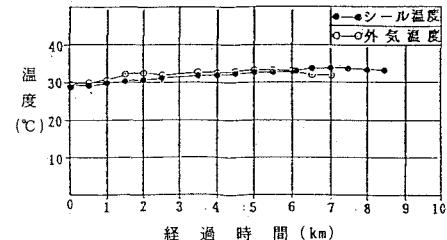


図-5 シール温度の経時変化

表-2 実験前後のシールの物理試験結果

項目	ダストシール		メインシール			
	規格	実験前	実験後	規格	実験前	実験後
引張強さ	450以上	600	466	150以上	235	230
伸び %	400以上	490	590	200以上	300	290
硬さ HS	91 ± 3	92	89	81 ± 5	80	78
摩耗 mm	-	0	0.09	-	0	0.3

引張強さの単位は kgf/cm²