

PSVI-6 MSD工法（メカニカル・シールド・ドッキング工法）の開発－その4 実工事および実証実験

清水建設㈱ 技術本部 正 渡辺 俊雄
同 宮沢 和夫
三菱重工業㈱ 神戸造船所 正 西岳 茂

1. まえがき

MSD工法の開発を、実施工レベル実証実験で、その性能を確認すべく、土圧式シールド機と泥水式シールド機を製作し、評価すべき項目を設定の上、実験を行った。基礎実験¹⁾、模型実験²⁾を経て、今回発表の2つの実証実験の成果は、昭和63年12月「民間開発建設技術の技術審査・証明事業」により認定を受けた。ここでは、実証実験の中から2つの主題について報告する。

2. MSDシールド機の各部材発生応力

図－1に示す $\phi 3,470\text{mm}$ 土圧式シールド機³⁾の各部材の発生応力を歪計により測定した。掘削地盤は砂混りシルト、土被りは10mである。工事延長760mの一部を測定対象とした。測定箇所は図－2に示す伸縮カッタ部4点、シールドフード部2点である。

発生応力の計測は、下記重要部位とした。

①カッタ内筒背面部

伸縮カッタに作用する前面荷重は、土被り荷重より計算した静止土圧とし、計算モデルは片持梁とした。

②、③カッタ内筒側面部

常用装備トルク $64.2\text{tf}\cdot\text{m}$ を3本の伸縮カッタで等配分させ、端部に集中的に作用した場合とトルクを1本のみで受け持った場合とを算出。

④カッタ外筒根元側面部

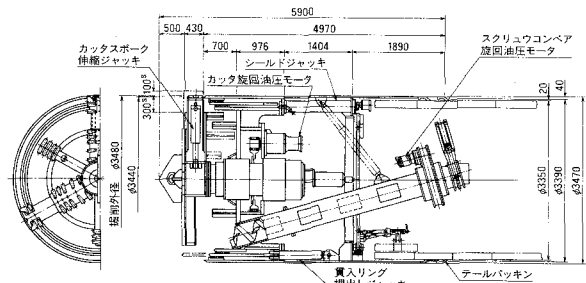
最大トルクの $91.7\text{tf}\cdot\text{m}$ が作用した状態で部材検討しているが、ここでは想定トルクとして $37\text{tf}\cdot\text{m}$ を与えて算出した。計算は根元部分を固定とし、荷重を端部に集中させて変位法より解析した。

⑤、⑥本体フード部

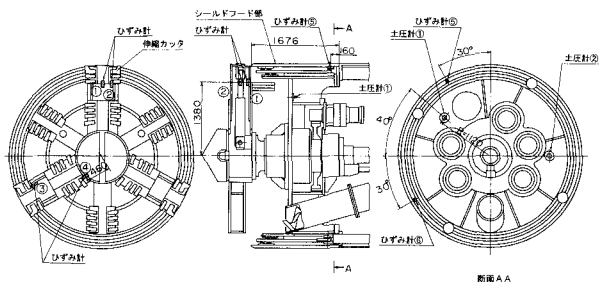
フード部が長く突出していることを厳密に評価するためFEM解析を行った。モデルは剛性大なる隔壁部を固定とし、一端固定

他端自由な有限長さを持つ三次元円筒殻モデルとした。計算応力度最大値は $250\text{kgf}/\text{cm}^2$ の軸圧縮であるが、計器の取付位置での計算値は、表－1の通りである。

以上の現場での実測値と解析値を評価することにより、重要部位の設計手法が明確となった。



図－1 MSD土圧式シールド機



図－2 土圧計・ひずみ計取付図

表－1 MSDシールド機各部負荷データ

測定箇所	計算値と実測値	計算応力値 (kgf/cm^2)	計算歪値 $\times 10^{-6}$	実測歪値 $\times 10^{-6}$
① カッタスポーク内筒背面部		-80	-39	-20～-30
②③ カッタスポーク内筒側面部	173～520	83～243	0～120	
④ カッタスポーク根元側面部		-307	-146	-140～0
⑤ 本体フード部 天		-43	-20	-10～-5
⑥ 本体フード部 左		-48	-24	-15～-5

3. MSDシールド機による地中接合と止水性能

φ3,470mm 泥水式シールド機の掘進後の地中接合と接合部の止水性能を確認した。実験場所は市川市、地盤は砂質シルト及び細砂で、N値は1～2である。土被り4m、掘進延長40mである。

泥水シールド機の掘削性能として、①方向修正掘進の操作性、②切羽安定性、③トルク、推力を確認後、地中接合を行った。

接合の相手は到達立坑に設置してある受入装置（φ3,470mm 受圧ゴム装着の模擬シールド機で立坑山留面より外に突出している）であり、相互の位置確認は水平ボーリング（φ100mm）によった。

所定の位置まで掘進後、図-3に示す順序で接合を行った。伸縮カッタ縮小、カッタヘッドスライド及び貫入リング挿入における作動荷重は、油圧値で設定評価できるようにしていたが、伸縮カッタ縮小がほぼ設定値に近く、他は50%にも満たなかった。装備能力は設定値の2倍以上あり、十分な余裕があることを実証した。

今回の接合は掘進停止後、約10時間で完了でき、本工法の重要目標である“工期短縮”を関係者一同実感することができた（最終接合状態は図-4）。

次に止水性能を確認するため、チャンバ内を水压ポンプで加圧し、漏水量を測定した。実際とは水压の作用方向は逆であるが、止水性の確認には影響がないと考えられ、また、基礎実験¹⁾と同方向である。

結果は図-5の通りである。貫入リングの押付圧を順次変化させることにより、最大6kgf/cm²の水圧に対しても十分な止水性があることを実証した。①の状態で3kgf/cm²以上になるとシールド機相互が開き、結果として漏水量が若干増大したため、実験の正確を期すべくシールド機相互を鉄板で堅結し、②、③を行った。②の状態で6kgf/cm²まで水圧を上げると貫入リング先端受圧ゴムを通して漏水が始まり、③のように押付圧を30kgf/cm²まで上げると漏水がほとんど無い状態となった。

4. あとがき

工法の異なった2台のシールド機による実証実験、技術審査証明の認定により、MSD工法の開発は、初期目標を達成して完了した。今後は、実施工を通して工法のレベルアップに努力していく所存である。

最後に、審査証明委員会（委員長 山本稔新潟大教授）の委員各位に深く御礼申し上げます。

〔参考文献〕 1) 中島他 MSD工法の開発—その1 第42回年次学術講演会 1987、2) 後藤他 MSD工法の開発—その2 前掲、3) 渡辺他 MSD工法の開発—その3 第43回年次学術講演会 1988

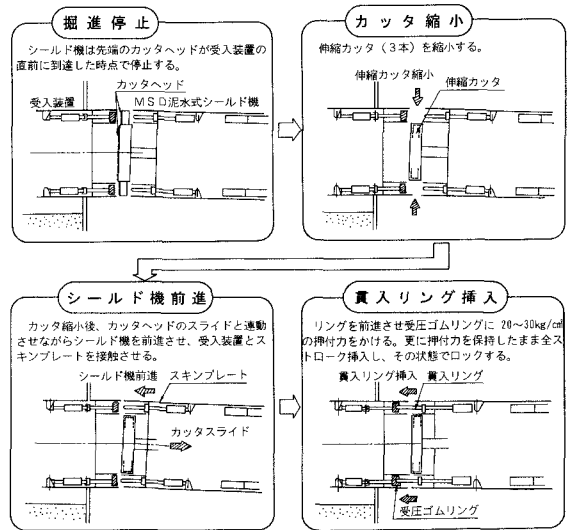


図-3 接合施工の概要

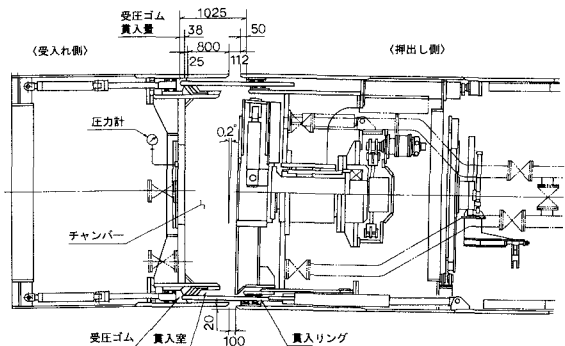


図-4 接合部状況図

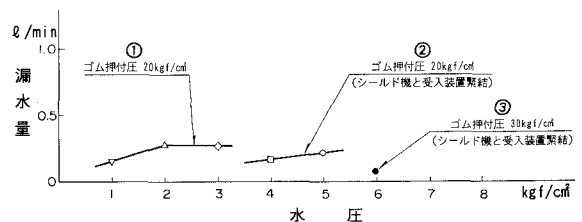


図-5 止水実験結果