

VI-82 鉛直水平両用シールド機球体回転部 止水性に関する実験結果について

東京電力 正会員 坂間 茂
大成建設 小林信明
石川島播磨重工業 飛田一幸

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研究開発を行っている。球体に収納されているシールドで立坑掘削後、球体を90°回転し、シールドを水平坑掘削方向へ向ける。球体回転部のシールドは本シールドの構成要素の中で最も信頼性を要求されるにもかかわらず実績のないものであり、大深度立坑としての利用を狙い、選定したシールドの水圧10kgf/cm²での止水性能確認を目的に実験を行った。本文では、その実験概要ならびに実験結果について報告する。

2. シールドの選定

球体シールドは鉛直に対し斜めの方向に組み込まれ、立坑掘進後、球体回転時に球体製作精度に追従し、かつ反転しないことが要求される。シールドは二段リップ形状とし、リップ間に給油できる構造とした。

底部球体シールドは球体回転後、球体底部を塞ぐもので、静止時の耐圧性能と、カッタの通過に対する耐久性が要求される。形状はインフレートタイプとし、内部にグリースを給油できる構造とした。シールド位置を図-1に、球体シールドおよび底部球体シールド形状を写真-1、写真-2に示す。材質はどちらもウレタンとした。

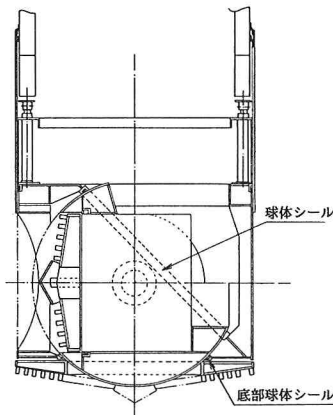


図-1 シールド位置図

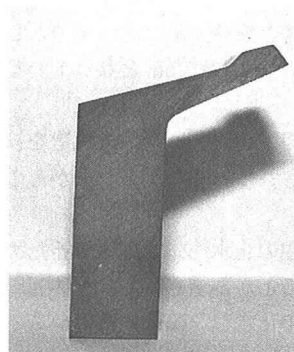


写真-1 球体シールド

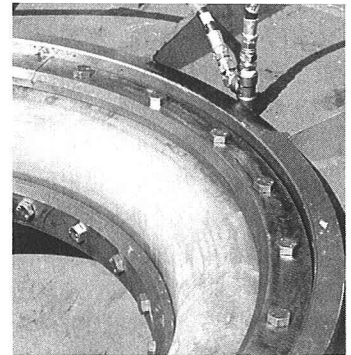


写真-2 底部球体シールド

3. 実験概要

実験は写真-3に示す装置で行った。装置はφ1200mmの球体とφ2000mmの水槽から構成され、治具を挟み込むことで両シールドの実験が行える。シールドは実規模の寸法(水平シールド外径φ3m、球体外径φ4.75m)とした。

球体シールドについては、水圧を2kgf/cm²ずつ10kgf/cm²まで設定し、各段階で静止時と90°回転時のシールド性能を確認する。また、水圧10kgf/cm²で24時間保持の性能を確認する。

底部球体シールドについては静止時の10kgf/cm²での耐圧性能を確認すると共に、無加圧時に球体を回転させ、カッタ通過時の耐久性を確認する。

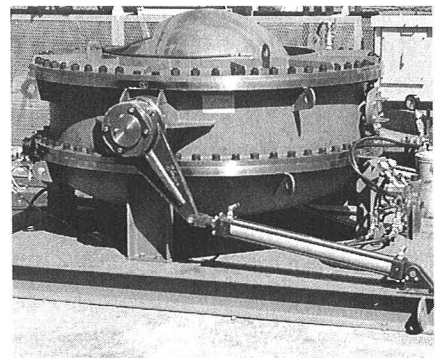


写真-3 球体シールド実験装置

4. 実験結果

加圧水として、清水と泥水の2ケースで行ったが、全てのケースにおいて、漏水がなかった。実験の結果分かったことは以下のとおりである。

- ①両シールとも、給脂することで水圧 $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ 時の止水性能を確認した。
- ②球体シールプレートを挟むことで最小締め代 4mm （図-2）に設定し、水圧 $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ での止水性能を確認した。
- ③球体シールは、水圧上昇に伴いリップが押し付けられることで自然にグリース圧が上昇する。（図-3）
- ④水圧上昇とともに、球体シールの摺動抵抗も比例する。図-4に、水圧と球体回転モーメントの関係を示す。
- ⑤底部球体シールも同様に、水圧の上昇に伴いグリース圧が上昇する。初期グリース圧が異なる場合の水圧との関係を図-5に示す。
- ⑥水圧上昇に伴う球体変位量計測の結果、最大変位量は 1.95mm であった。事前にFEMにて水圧 $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ が球体に作用した場合の解析を行った結果、開口部付近で最大変形量 1.7mm 、と非常に近似していた。図-5に球体変形量、図-6に応力分布を示す。このことからFEM解析が、球体の構造解析として有効である。
- ⑦球体シールが回転時に反転することがなく、また底部球体シール部をカッタが通過する時の耐久性も確認でき、両シール共実用上問題ないと思われる。

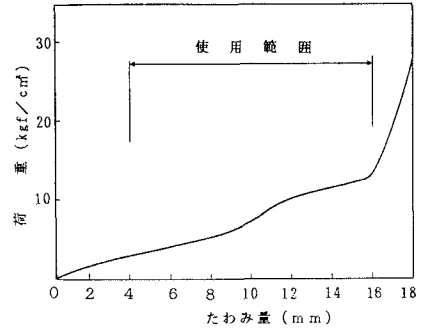


図-2 球体シール荷重-たわみ特性

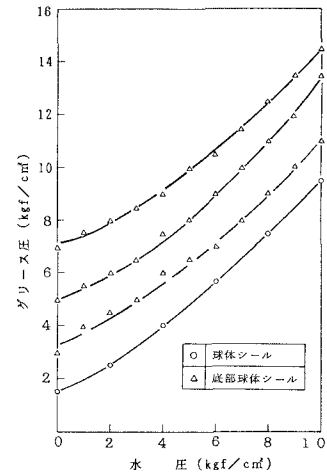


図-3 水圧とグリース圧の関係

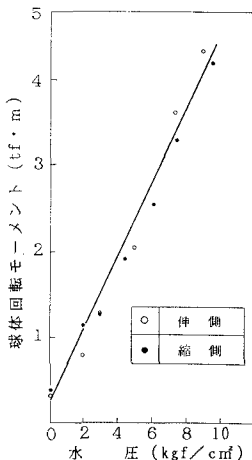


図-4 球体シール摺動抵抗

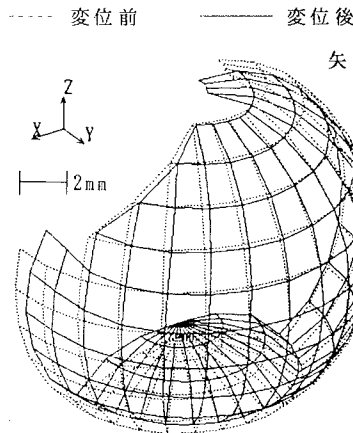


図-5 FEMによる球体変形量

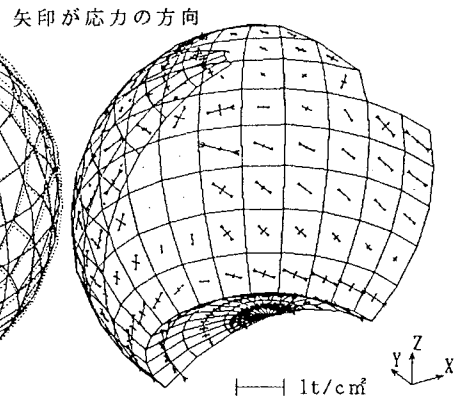


図-6 FEMによる応力分布

5. 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社で共同研究として実施した一部である。本研究を進めるにあたっては都立大学山本稔名誉教授に貴重なご意見をいただいております、ここに深く感謝する次第です。