

セグメント注入孔に設置した完全止水型シールドテール部圧力測定器の開発 —石狩湾新港発電所1号機新設工事のうち土木本工事（第3工区）工事報告（その21）—

北海道電力(株) 正会員

遠藤 勉 齋藤寿秋

鹿島建設(株) 正会員

向井昭弘 小坂琢郎

○高柳 哲 北原雅俊 阿部 聡

(株)東横エルメス

峯尾卓光 高野晶平

1. はじめに

北海道電力株式会社の石狩湾新港発電所において、海底シールドトンネルをはじめとする放水設備を構築する本工事は、2018年8月末をもって竣工を迎えた。そのうち放水路トンネル工事では、セグメント注入孔に設置した圧力測定器により、シールドテール部の圧力変動を計測した。本文では、その開発経緯、止水性確保のための工夫および耐水压試験について報告する。

2. 計測の背景と目的

近年、シールドトンネルの大断面・大深度化に伴い、セグメント組立中に軸方向挿入式のKセグメントが切羽側に突出する「Kセグメントの抜け出し」リスクが増加している。これらの要因には、組立後のセグメントに作用する①土水圧、②テールブラシ反力、③テールグリス圧などが考えられている。そのうち、③テールグリス圧については、国土交通省よりその量、圧力を適切に管理することが通達されている¹⁾一方で、実測された事例が少ない。そのため、安全管理・品質確保の観点から、テール通過時の圧力変動をより詳細に把握するため計測を行うこととした。

3. 注入孔を利用した圧力測定器の特徴

開発した圧力測定器詳細図を図-1に、組立前の各金具を写真-1に、組立後の圧力測定器を写真-2に示す。圧力測定器は主に、高水压対応型圧力計(間隙水圧計: GP-1.0MPT-B, 最大容量: 1.0MPa, 分解能 500Pa), 保護プレート(厚さ 10mm, 開口径 20mm), 圧力計取付金具(材質: SS400 材)および計器押さえ蓋から構成される。テールブラシによる圧力計の破損を防止するため、セグメント背面より圧力計を 5mm だけ坑内側に断落ちさせる構造とし、更に保護プレートで覆う構造とした。

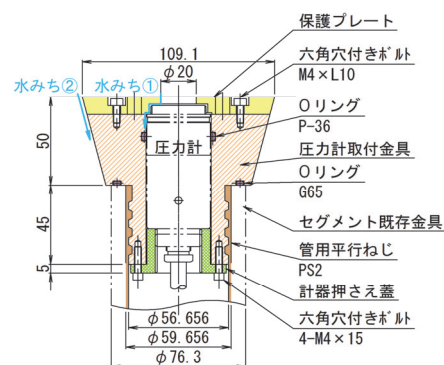
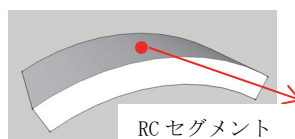


図-1 圧力測定器詳細図

4. 止水性確保のための工夫と耐水压試験

4.1 止水性確保のための工夫

圧力計測定器は高水压下のセグメント背面に設置されるため、計測時および供用中の長期間にわたって所定の止水性を確保する必要がある。特に計測時は、逆止弁を取り付けない状態での計測になるため、各種止水性の工夫を施した。水みちとしては、圧力計と圧力計取付金具間(図-1の水みち①)、圧力計取付金具と注入孔金物間(図-1の水みち②)が想定されたため、各々の水みちについてOリングを設置できる構造とした。加えて、水みち②では注入孔金物のねじ部をエレクター取付用の台形ねじではなく、止水性に優れる管用の平行ねじを採用した。

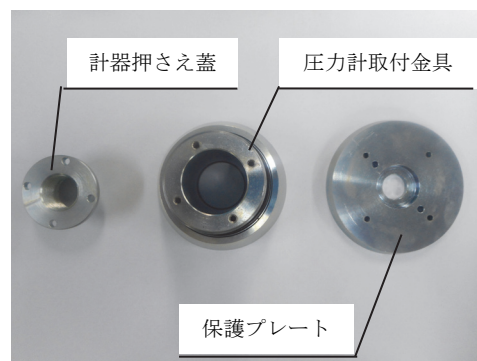


写真-1 組立前の各金具

キーワード 海底シールド, Kセグメントの抜け出し, 品質管理, 安全管理, テールグリス圧, 止水性
連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 KI ビル 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL.03-6229-6677

また、圧力計のケーブル長を一般的な 1m から 30cm に変更し、その先端をコネクター構造とした(写真-2)。注入孔金物からケーブルが出ている様子を写真-3 に示す。これにより、計測完了後、注入孔金物内にケーブルを収納することで、通常の貫通セグメントと同様に坑内側からの逆止弁の挿入を可能とした(図-2)。

また、ケーブル長を短くしたことにより、セグメント把持時におけるエレクトア把持金物とケーブルの干渉を防ぎ、ケーブル損傷による計測不具合を未然に防止することを可能とした。

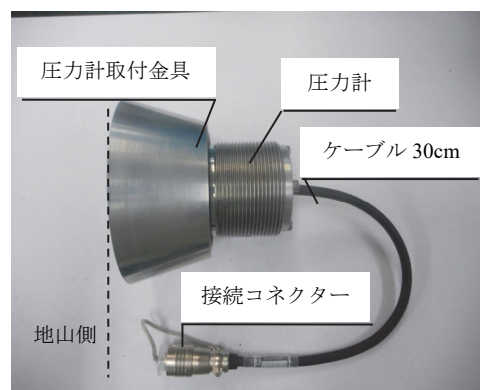


写真-2 組立後の圧力測定器

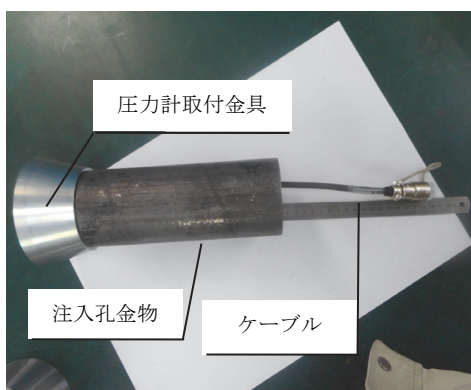


写真-3 ケーブルが出ている様子

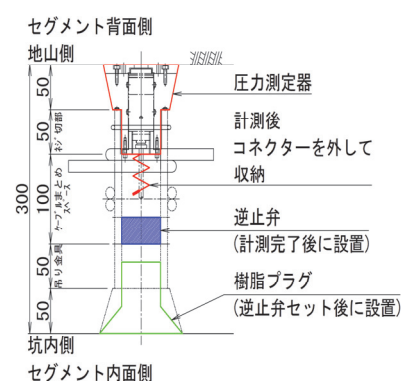


図-2 注入孔金物への取付図

4.2 耐水压試験

圧力計単体と使用環境が異なる圧力測定器は、その圧力応答性を確認する必要があった。また、計測時は貫通セグメントに逆止弁を取り付けない状態になるため、坑内に水が浸入しないよう水密性を確保することも重要であった。そこで、開発した圧力測定器を 1 台試作し、模擬試験により耐水压性および水密性の検証を行った。

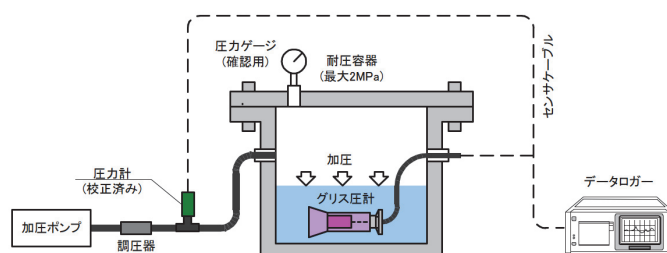


図-3 耐水压試験の概略図

耐水压試験の概略図を図-3 に示す。耐水压試験では、実際に現場で使用する注入孔金物に圧力測定器と樹脂プラグを取り付けた供試体(写真-4)を、水を入れた耐圧容器内に浸漬させ、約 1MPa まで段階的に加圧・減圧した。加圧・減圧は、校正用の基準圧力計により調整し、両者のひずみ出力を連続計測した。

試験の結果、開発した圧力測定器の圧力応答性は基準圧力計と同値を示し、圧力測定器が正常に動作することが確認できた。また、減圧終了後、耐圧容器から圧力測定器を回収し、注入孔金物内部を確認したところ、水分が浸入した痕跡は見られなかった。

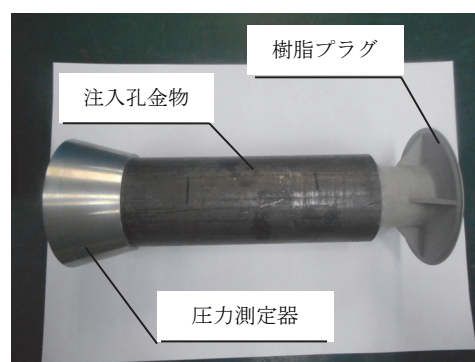


写真-4 耐水压試験前の様子

5. おわりに

本文では、石狩湾新港発電所放水設備工事において適用した完全止水型テール部圧力測定器の開発経緯と止水性確保のための工夫などについて報告した。今後は、本測定器の無線化やリアルタイム計測などにも取り組むことで、テール通過時にセグメントが受ける圧力変動の現象解明に寄与するとともに、施工時の安全管理や更なる生産性向上へも貢献していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省シールドトンネル施工技術安全向上協議会：中間報告（国交省 26 項目留意事項），平成 24 年。