ラッピング工法（トンネル外周被覆工法）の開発（その１）

○大成建設（株）　正会員　島田哲治、正会員　栄　毅熾
五洋建設（株）　原　修一
（株）奥村組　正会員　畑山栄一
日立建機（株）　平沢幸久
石川島播磨重工業（株）正会員　藤井茂男

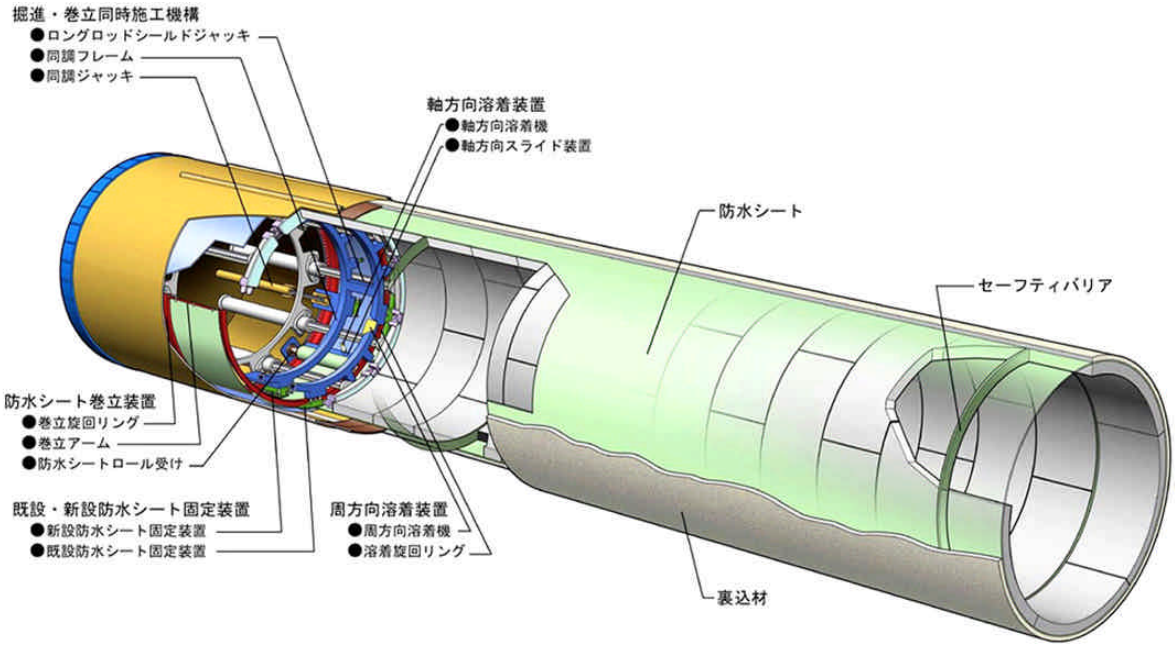
1. はじめに

「ラッピング工法」は、シールドトンネル施工時にセグメント外周を耐久性に優れた防水シートで覆う技術である。トンネルを土と水から遮断することで、近年の課題である大深度の高水圧下において漏水を防止する。さらに、塩害などの厳しい条件下においてもトンネルの長寿命化を達成するものである。

この度、大成建設・五洋建設・奥村組・日立建機・石川島播磨重工業の５社は、共同研究を行い、この技術の実用化を総合実験によって実証した。本報告では、「ラッピング工法」の概要及び防水シート溶着装置について述べる。

2. 工法の概要

本工法は、セグメントの外周に厚さ２mm以上のポリエチレン製防水シートを巻立て、止水性の高いシールドトンネルを構築する方法である。シールド機には、従来の機構に加え、掘進・巻立同時施工機構・防水シート巻立装置・防水シート固定装置・防水シート溶着装置が装備されている。さらに、漏水の対策としてセグメントリング間に、鍔状の隔壁であるセーフティバリアを約３０m 間隔で取り付ける。止水区間を区画化することで防水シートとセグメントリング間の漏水を限定し、漏水箇所の発見と補修を容易にする機能を有している。工法概念図を図－１に示す。



図－１　工法概念図

止水性の高いシールドトンネルを実現することにより３つの大きな効果を得ることができる。

① 地下環境の保全：止水性の高いシールドトンネルの実現により、地下水の変動や地盤沈下など環境に対しての影響を最小限に留められる。

キーワード：シールド、大深度、長寿命、地下環境保全、トータルコストダウン
連絡先：大成建設　技術センター　土木技術開発部
〒245-0051　横浜市戸塚区名瀬町　344-1　TEL 045-814-7229　FAX 045-814-7252

② 工期の短縮：高水圧地盤において止水性の高いシールドトンネルを構築でき、また、腐食性環境下や塩害等の厳しい環境下でもセグメントを保護することができる。そのため二次覆工省略を可能とし、工期の短縮を実現できる。

③ トータルコストダウン：二次覆工省略によるコストダウンと、供用中の排水処理などのランニングコストの削減、さらに、構造物の劣化防止によるライフサイクルコストの低減を含めたトータルコストダウンができる。

3.施工手順

本工法の施工手順を以下に示す（図－２参照）。

① 防水シート巻立：掘進開始前に既設防水シートを既設防水シート固定装置にて展張する。掘進開始と同時に、防水シートロール受けにセットされたシートの端部を巻立てアームに把持し、巻立旋回リングを回転させてシートを巻立てる。

巻立て後、新設防水シート固定装置にて所定の長さに展張する。

② 円周方向溶着：既設防水シートと新設防水シートの重ね合わせた部分に円周方向溶着機をセットし、溶着旋回リングを回転させて円周方向の溶着を行う。

③ 軸方向溶着：新設防水シートの重ね合わせた部分に軸方向溶着機をセットし、軸方向スライド装置で走行させ、溶着を行う。

④セグメント組立：掘進および巻立完了した後で、防水シートの内側にセグメントを組立てる。

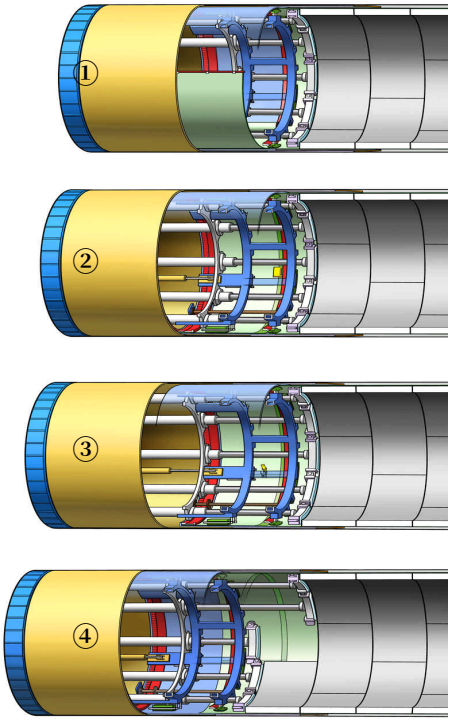


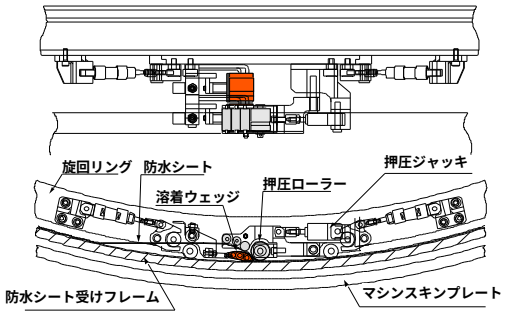
図-２　施工手順図

4.高速溶着装置の開発（大断面、高速掘進に向けて）

実験は、φ３４７８mmシールド実験機を用いて行った。内容は、施工法（掘進・巻立同時施工、セグメント組立）の実験及び各種機構部（溶着装置、巻立装置、固定装置等）の機能検証を行った。また、防水シートの各種性能試験も同時に実施した。

溶着装置は、新設防水シートと既設防水シートの重なり部を溶着する装置で、旋回リングに装着した（図－３参照）。

溶着装置の構成は、防水シートの重なり部に差込み溶かす溶着ウェッジ（電熱ゴテ）、加熱された防水シートを接合させる押圧装置と防水シートをその外側から覆う防水シート受けフレームよりなる。



図—３　高速溶着装置

防水シートの溶着部継目強度は、溶着速度・温度・押圧と密接に関係している 。今回の実験では、溶着速度を２～３m／分とし、所定の継目強度を得られる温度と押圧の許容範囲を確認した（目標強度：溶着部継目破断荷重１０N／mm）。

・温度許容範囲：４６０℃～５２０℃　・押圧許容範囲６００～１０００N

5.おわりに

ラッピング工法は、それぞれ実績を持つメンブレンラッピング工法とラッピングシールド工法の技術の融合である。今回の総合実験で、防水シートの高速溶着技術の確立はもとより、防水シートの耐久性の確認、さらに連続して一定の品質でセグメント外周に巻立てることについて実証できた。今後は、施工実績を増やし、さらに工夫を重ねていくことで、ラッピング工法は、２１世紀中に地下環境の保全とトータルコストダウンの柱となることも十分可能と考える。