

日本鋼管(株) 正会員 前田直寛
 , 中山義昭
 , 小泉幹男

1. さ え が き

長大な沈埋トンネルを建設する場合、その耐震性は重要な尚題である。最近の動的解析手法の発達と、種々の振動実験の成果から伸縮・可撓性を有する継手の設置は、沈埋トンネルの耐震性向上に有効なことが明白となっている。しかしながら、類似構造物である地下埋設管路の震害例などから継手の離脱・損傷事故があり、継手構造によっては、沈埋トンネルの構造上の弱点となる可能性が指摘されている。沈埋トンネルの実例は、国内外合わせても数例しかなく、しかも大地震の洗礼を受けていないので、耐震継手構造として確立されたものはまだないと云うのが現状と思われる。

本報告は、次の譲渡を報告させて頂く“沈埋トンネル耐震継手の確性実験について”と合わせて、開発した新型式の伸縮・可撓性を有する沈埋トンネル耐震継手の概要を紹介するものである。

2. 沈埋トンネル耐震継手構造及び機能

1) 沈埋トンネル耐震継手の基本構造

図-1に開発した沈埋トンネル耐震継手の構造概念

図を示す。

2) 継手の機能と構造部材

① 継手の伸縮・可撓性

本継手の伸縮・可撓性は、一次・二次回転止水ゴムの回転とゴムの弾性変形より生じられる。軸方向の伸縮変位は、一次・二次回転止水ゴムの回転により吸収されるため、一定のしねり小さい反力で大変位が可能である。水平及び鉛直の曲げ変位は、一次・二次回転止水ゴムの弾性変形により吸収する。この場合の回転中心は、縦セン断キーまたは横セン断キーとなる。

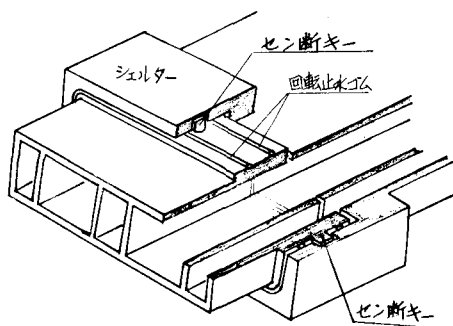


図-1 沈埋トンネル耐震継手構造概念図

一般に沈埋トンネルの耐震継手の地震時の応答変位は、軸方向変位が曲げ変位より卓越する特性があるので、本継手の伸縮・可撓性は、この特性を十分に満足するものであり、合理的である。

② 止水性

本継手の止水性は、一次・二次回転止水ゴムの2段階で保持される。この回転止水ゴムは、セッティング時に所定の圧縮量になる様に施工される。一次・二次回転止水ゴムの初期圧縮量は、水圧・ゴムの圧縮特性・ガスケット係数・最大回転変位量等を考慮して定められる。この止水構造については、地下埋設管路において十分な実績がある。防泥装置は、回転止水ゴム部に、泥、砂等の侵入を防止するために設けたもので、これにより回転止水ゴムの異物混入による止水性能を防止することができる。

③ セン断抵抗カ

沈埋工法による道路トンネルでは、継手部に大きなセン断変形・捩り変形が生じると、車両の走行上に尚題がある。本継手では、縦・横2方向のセン断キーにより、水平・鉛直のセン断変形と捩り変形を拘束するよう設計されている。従って、沈埋トンネル内の車両の走行性を、耐震継手の設置により損う心配が全くない。

3. 沈埋トンネル耐震継手開発の経緯

沈埋トンネル耐震継手を開発するにあたり、以下の4つの基本条件を設定した。

- 1) 軸力・鉛直曲げ・水平曲げの3自由度をもち、他は拘束する。
- 2) いさな力で大変位が吸収可能であること。特に軸力については、十分な伸縮性があること。
- 3) 施工継手と耐震継手は分離し、耐震継手の施工は大部分を陸上で行なう。
- 4) 継手部の強度と靱性を、トンネル一般部と同等以上に保つため主要部材には鋼板を使用する。

これらの条件を十分に検討し、継手の基本構造を開発した。開発された基本構造を基に、以下に示す一連の確性実験を行なった。

沈埋トンネル耐震継手構造 確性実験一覽

実験名称	実験の目的	実験名称	実験の目的
予備実験 (その1)	実寸断面の1/2の回転止水ゴムの模型による確性試験を行ない、本継手の採用すべき適当な回転止水ゴムを見い出す。	本実験 (その1)	2つの予備実験結果を基に、全体模型による可撓性能実験
予備実験 (その2)	本継手の1/20の原理模型を用い、基本特性を確認し、定量的な裏付けを行なう。	本実験 (その2)	全体模型による施工性・止水性の確認を主眼とした再実験(公開実験)

一連の実験により、継手構造の一部に改良が行なわれたが、基本構造は耐震継手として 期待通りの特性が確認された。この確性実験結果を基に、東京湾横断道路沈埋トンネルの諸元を用いての試設計を行ない、さらに施工要領・保安・保守対策についての検討が行なわれた。以上の成果は、(財)国土開発技術研究センターに技術評価を依頼し、評価結果を頂いている。

4. 沈埋トンネル耐震継手の施工

現在まで施工された耐震継手は、施工上設けられる継手(施工継手)に用いるゴムカスケットの弾性を利用している為、継手性能に制約があったり、施工管理に困難が残されていた。本継手は施工継手と分離することにより、この問題を解決した。すなわち、施工継手は従来より実績のあるゴムカスケットを用いた剛継手とし、耐震継手は陸上で、沈埋トンネルエレメント製作時にエレメント内に設け仮固定としておいて、沈設・接合・埋戻し完了後、仮固定を取り外し、耐震継手を完成させる施工法である。図-2に、本継手の施工要領図を示す。

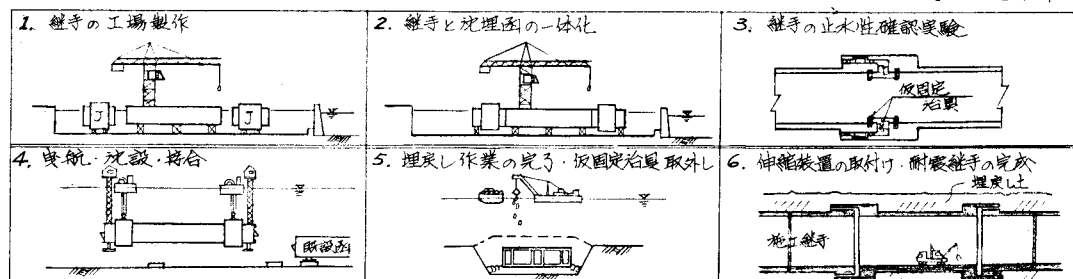


図-2 本継手の施工要領図

5. あとがき

開発された本継手構造に対し、(財)国土開発技術研究センター内に設けられた、「トンネル耐震継手技術委員会」の委員の方々から、貴重な御助言を賜ったことを、感謝いたします。

参考文献

- 1) トンネル耐震継手技術基準(案) 昭和54年5月 (財)国土開発技術研究センター
- 2) NKK式沈埋トンネル耐震継手 技術評価資料集 昭和53年12月 日本鋼管(株)