

トピック

トンネル覆工模型実験装置・トンネルの力学的挙動の解析に威力

(財)鉄道総合技術研究所

トンネルは一般の構造物と異なり周囲を岩や土(地山)で囲まれているため、地形や地質等の条件によっては大きな土圧がかかり、場合によっては耐用期間内であっても覆工に亀裂が生じ、補強対策が必要になることもある。

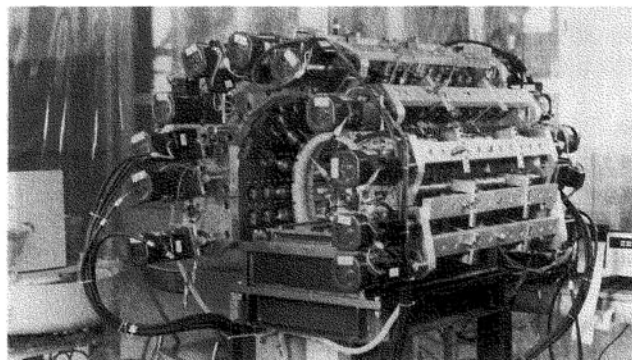
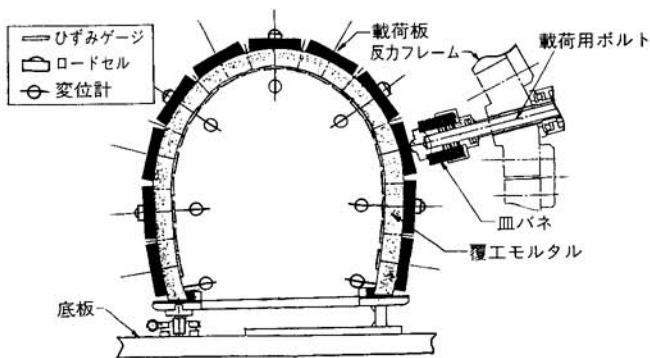
しかしトンネル覆工の設計には経験的な判断が大きな要素となっており、複雑な条件、たとえば近接施工(既設のトンネルに近接して他の工事が実施された場合等)の影響評価等については、経験豊かな専門家の技術的判断に頼らざるを得ない状況にあった。

(財)鉄道総合技術研究所トンネル研究室では、トンネルの力学的挙動解析を推進するために任意のトンネル覆工モデル、地盤ばね、荷重(土圧)が表現できる新しい「トンネル覆工模型実験装置」を開発して載荷実験を実施している。

従来の実験は、油圧ジャッキによる載荷方式をとっているため大がかりな装置となり、また覆工模型も二次元的なものに限られていたため、地盤とトンネル覆工の相互作用を考慮した三次元的なトンネルの挙動を表現するのが困難であった。

これに対して新開発の装置は実物のトンネルの1/20のモルタルの模型を用い、三次元実験も可能なため、地盤とトンネル覆工との相互作用が精度よく表現でき、三次元(立体)の挙動解析やトンネル底部の支持力測定も可能な、世界でも例のない画期的なものといえる。

加圧は121枚の60mm角の載荷板がトンネル模型を囲みアーチ状に配置され、それぞれにつけられたディスクスプリング(または硬質の円筒形ゴム)に一定の変位を与えることにより得られる。具体的にはモータ動力をウォームギアで減速して送りネジを回転させ、磁気センサで制御して0.04mmステップで正確に負荷の増減が与えられる。載荷パターンの設定はコントロールボックスで行い、あらゆる載荷パターンに対応できる。



なお実際の試験にあたっては載荷板に組み込まれた小型ロードセル(LM-1TS, LM-2TS)により反力を、トンネル覆工のひずみをひずみゲージ(ゲージ長10~30mmのKFGゲージ)で、また覆工の変位を変位計(DT-10F, DT-20F, DT-20D)で計測している。各計器のデータはデータロガーに集録したのちパソコンへ送り、覆工の力学的な挙動を解析している。この解析結果は使用中のトンネル覆工の力学的な健全度の定量的評価をはじめ、トンネル設計の精度の向上はもとより、これらの基準作成のための基礎データとして広く活用できる。またトンネルであれば鉄道以外の用途、たとえば下水道や地下ケーブルなどにも適用でき、この技術に寄せられる期待は大きい。

