

都立大学 正員 山本 稔, 都交通局 正員 遠藤浩三  
 都立大学 正員 山崎良一, 都交通局 正員 O阿部広二

先の学術講演会(65.5.Ⅲ-70)においてエポキシ樹脂による応力凍結法を利用した光弾性実験によって地中にトンネル形式で築造される建造物に作用する土圧の室内模型実験の可能性を指摘し, 砂中に構築される円形トンネルを例として覆工に作用する土圧分布を調査した。しかし, この実験法は, その実験操作に応力凍結過程が存在するため, 温度変化にともないモデルの膨張が地山に拘束されて生ずる受働的な土圧が, ヤング率の低下による外力の解放にともなって地山の流動から生ずる主働的な土圧を上廻る場合には, 実験法の適用それ自体が問題であるとして, この点の解決に努力が拂われ膨張によって地山に拘束される応力をトンネル軸を鉛直にしたシャフトのモデル実験結果で代用することとし, これを基準として実験結果の解釈を行ない, その解決策とした。しかし, この方法では, シャフトそれ自体のモデル実験は不能であるし, かつまた覆工と地山との相対変位が不明確のため, 覆工背面の空隙と土圧との関係の調査に十分なる実験手段を提供しうるとはいふ難く, 実験法に欠陥を認めざるをえないようにみえた。

このような事情から実験法の改良を試みることにし, その一策として温度変化による膨張を見掛け上打消す手段が考案された。これは, 応力凍結

膨張器

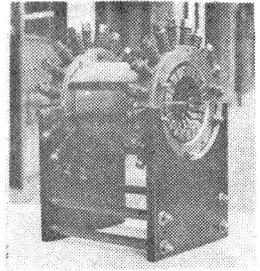


写真-1

モデルに導入された変形の解放実験

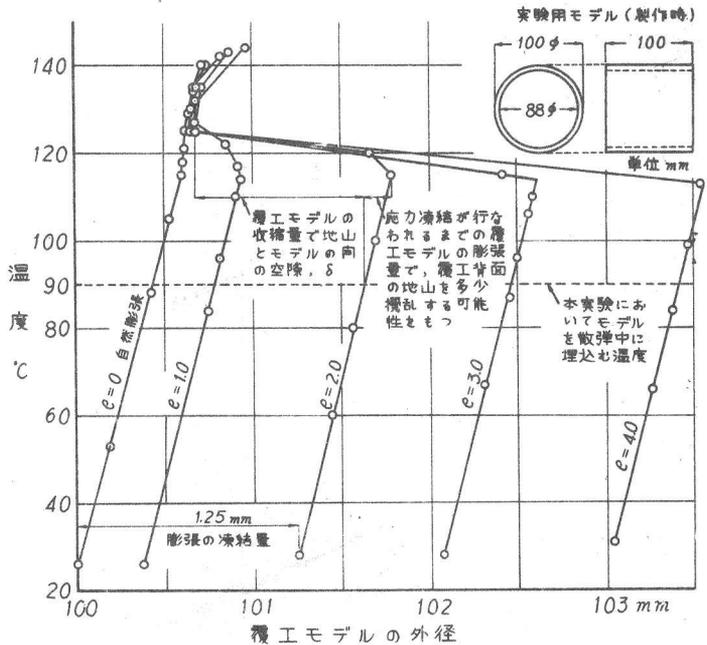


図-1

の原理を逆に利用することによって確立される。すなわち, モデルの埋込み温度から凍結温度までの温度差に当たる膨張量が応力凍結の技術を使ってあらかじめ導入されているモデルを用いて所定の実験を行なえば, モデルがガラス状弾性域にある間は, 温度変化によるモデルの膨張は, 地山の拘束によって局部的影響を受けるが, 転移域からゴム状弾性域に入るにしたがい, 先に導入された変形が解放されて機械的収縮が生じ, 膨張量と収縮量とが打消し合つて応力凍結時には見掛け上温度変化によって膨張が生じないと考えてよ

いことがわかる。これが、ここに考案された実験原理である。しかも、この方法によれば、あらかじめ導入すべき変形量を適当に調整することにより、モデルと地山との空隙を自由に変えて実験することもできるから、先に指摘した欠陥が完全に解消できることになる。

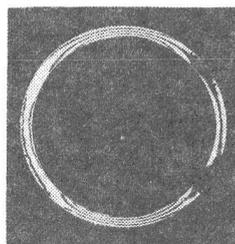
しかし、これは単に理念にすぎないので実験法の妥当性を裏付けるために、予備実験がトンネル覆工を例として行われた。写真-1は、覆工モデルに変形を導入するために使用された膨張器で、ゴム状弾性域にあるモデル内周20等分点を20本の鋼棒でスプリングを介してゲージ杯に締付け、所定の変形を導入できるように工夫されている。図-1には、数種のゲージによって導入された変形量をもつ各モデルの変形解放実験における温度とモデルの外径の変化との関係が示されている。図中cはあらかじめ導入される膨張量の指標として室温におけるゲージの内径と覆工モデルの公称内径との差を与えたものである。したがって、これが直ちに導入される変形量を与えない。例えば、図のc=20mmの場合、モデルの製作時の内径88mmにたいし、用いたゲージの内径は90mmであり、ゴム状弾性域で変形の導入を終って室温に戻ったとき、モデルの外径は約101.25mmで1.25mmに当たる膨張が凍結されていることがわかる。凍結された変形をもつこの種の覆工モデルの温度を再び上昇せしめれば、図-1のごとく、ガラス状弾性域ではエポキシ樹脂の線膨張係数に従って自然膨張するが、ガラス転移域からゴム状弾性域に入るにつれて急激な収縮が生じ、凍結されていた変形は完全に解放される。この結果は、先の実験原理の妥当性を裏付けるものである。

上記の事実に基づき、本実験として砂中にトンネル形式で構築される建造物の模型実験が再び円形トンネル覆工を例として行われた。図-1に示すように、モデルを約90°Cで砂(鉛散弾)中に埋込めば、図中δで示される変形量は、地山とモデルの間の空隙と考えられ、地山はこの空隙を埋めて覆工モデルに土圧を与えることになる。かくして、発生した覆工モデルの変形を応力凍結法の手順に従って凍結した結果の2, 3

は写真-2および図-2に示す通りである。このような実験を土被と空隙の種々の値にたいして行なった結果は、空隙が大きくなるにつれて鉛直土圧は小さくなるが、水平土圧はその割りに減少しないようにみえる。しかし、詳細については目下検討中で、ここには実験法の確立ができたことを成果として挙げたい。なおこの研究の一部は文部省科学研究費の補助によることを付記する。

凍結縮写真

L6-30-10-1



L6-30-40-1

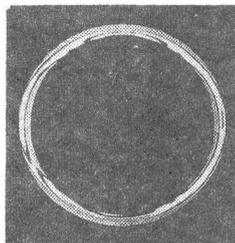


写真-2

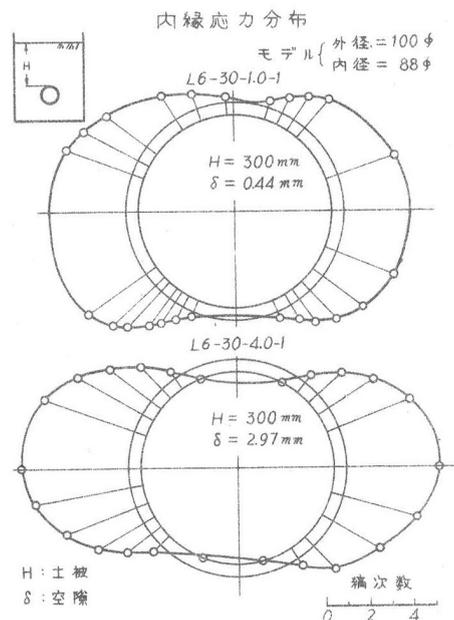


図-2