

NTT 茨城電気通信研究所

正員 ○ 保科 宏

山本俊雄

正員

高塚外志夫

1 まえがき

茨城電気通信研究所では、新たに開発した早強性レジンモルタルをライニング材料とし、現場打設することによって一体構造のトンネルを築造する小断面シールド工法(D1200-M2)を開発した¹⁾。現在まで、このレジンモルタルトンネルの材料強度の向上、打継目強度の向上等の検討²⁾を行い、所定の強度を得るに至っている。しかし、トンネルのように軸方向に長い地下構造物に対し、地震、不等沈下等に対する信頼性を確保するためには、構造物の高強度化だけで対処する方法は有効な手段とは言えず、構造物の中に変形を許容する機構(伸縮継手)を導入し、柔構造物として応力の低減を図り、信頼性を向上させる方法が合理的な手段となる。そこで、レジンモルタルトンネルを柔構造物とするために、トンネルに挿入する伸縮継手の構造および施工方法について検討したので報告する。

2 伸縮継手の必要機能

トンネルが長くなると、地震、不等沈下により発生する応力は大きくなり、図-1に示すように埋設条件の悪い場所では、その許容強度を越える場合がある。したがってトンネルに発生する応力を、許容強度以下にするためには、発生した応力を50m以内に開放する部分が必要となる。

トンネルの地震時の伸縮量は、応答変位法³⁾によって相対伸縮量で1.9cmと計算される。また不等沈下時の伸縮量は、図-2に示すように、最小継手間隔50mの時30cmの沈下量まで考慮すると $X=1.7$ cmである。これより伸縮継手の必要伸縮量は3.6cmとなり、トンネルが地震および不等沈下等により変位した場合、軸方向、軸直角方向へも追従できる機能が必要である。また、レジンモルタルトンネルの適用最大土被りは10mを想定しているため、最大1.0 Kg/cm²の水圧が継手部に加わる場合でも、トンネル内に水が漏洩しない止水機能を有することが必要である。

3 伸縮継手の構造

上記必要機能を満足するものとして、図-3に示す伸縮継手を考案した。一方伸縮継手の施工は、トンネル完成後、トンネル内よりライニングに強制的に応力開放部(継手部)を加工し、その部分に、地下水および土砂等がトンネル内に流入するのを防止する止水用パッキンを取付ける。さらにトンネル変位に追従可能で、水圧、土圧に対しトンネルとパッキンの接着性を高め、パッキンを補強する補強用伸

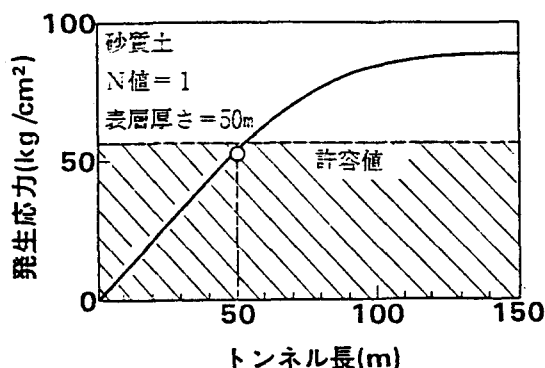


図-1 トンネル長と発生応力の関係

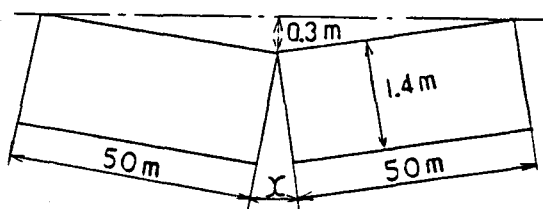


図-2 不等沈下時の伸縮量

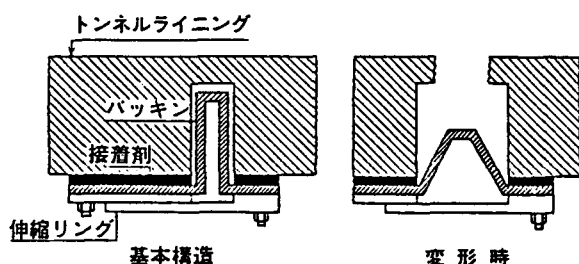


図-3 伸縮継手の原理

縮リングを取付ける。

4 止水性の確認

図-4に示すように、トンネル内表面および最大変位量を考慮したモデル伸縮継手を作成した。本装置を用い、加圧ポンプにより加圧槽内の圧力を上昇させ、接着部分の止水性を確認しながら1.2 Kg/cm²の圧力を5分間一定に保ち、水の漏洩がない事を確認した。

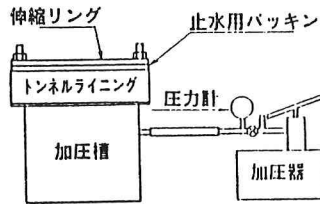


図-4 実験形態

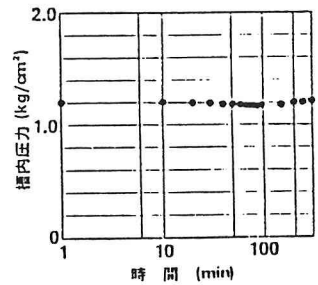


図-5 止水実験結果

その後一度減圧し、再度1.2 Kg/cm²まで加圧し、経時別減圧量を測定した。

実験の結果、図-5に示すように1.2 Kg/cm²の圧力で水の漏洩がなく、止水性は十分に確保されている。

5 専用溝加工機

伸縮継手を装着するため、ライニング内表面円周方向に、幅1.5～2.0cm、深さ7.0 cm±0.5cmの溝を切削加工する必要がある。切削部分は一様な円弧でなく、一部直線部分を含んでおり、一定の深さで溝を切削するため、図-6に示すように、カム板に沿わせてカッターを公転させる専用溝加工機を試作した。この専用溝加工機を用い、実際にレジンモルタルトンネル内で溝加工を行った結果、幅、深さとも予定切削寸法の範囲以内であり、当初の目標寸法を十分満足していることが明らかになった。

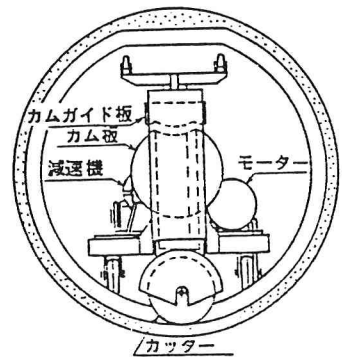


図-6 専用溝加工機

図-7に装着した伸縮継手の写真を示す。

6 あとがき

レジンモルタルトンネルを柔構造とするための伸縮継手について検討した結果、継手構造、継手部溝加工法などを確立し、伸縮リングの機能、トンネル変位時の止水性、など所期の目標を達成した。

今後は、地下トンネル内において、伸縮継手の信頼性を確認する。

(参考文献)

- 1) 高塚, 岡田, 近藤, 中西: 自動トンネル築造工法におけるライニング技術の研究開発
土木学会論文集 第355号 1985-3
- 2) 中山, 高塚: 早強性レジンモルタルトンネルの打継目強度特性
土木学会論文集 第348号 1984-8
- 3) 建設省土木研究所: 新耐震設計法 (案)
土研資料 第1185号 1978

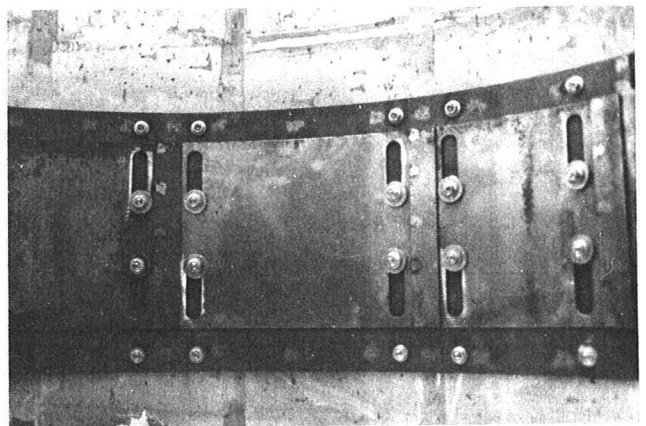


図-7 伸縮継手装着図