

Ⅲ-B204

閉塞効果による止水のメカニズム（その3）

東洋大学工学部（現 ソフトブレーン株式会社） 正会員

欠端 隆

東洋大学工学部

正会員

加賀 宗彦

東洋大学工学部

学生会員

松浦 純子

1, はじめに

日本経済の発展につれて都市部における土地利用が高度化した、すでにそれは飽和状態に達しており、事業用地の取得は困難な状況となっている。そこで地下空間の開発利用の推進が重要性を増してきた。それに伴い、地下開発の一つであるトンネル工事の必要性がますます高まっている。トンネル工事の方法としてシールドトンネル工事が挙げられるが、この工事を行う際に伴ってくる土圧や高水圧から構造物を安全に保つための新素材を使用した技術開発がなされている。そのひとつに、注入型水膨張性ゴム材を利用した注入シールによる止水工法がある。これまでの止水工法では、定形シール材を構造物の継手面にはさみ地下水圧等よりも高い圧力で締め付けることで止水を保持していた。¹⁾²⁾この方法では、複雑な形状や目違いが生じた場合の止水は困難となる。そこで、これを解決するため複雑な形状や目違いが生じてでも止水可能な注入型水膨張性ゴム材による止水工法が開発された。この工法で使用される注入型水膨張性ゴム材は、セグメント間に溶液状態で注入しその後のゲル化による膨張圧と粘着力の増加、セグメントとの付着力および自封作用によって止水性を発揮すると考えられている。しかし実用化が優先されてきたため、その止水性のメカニズムについてはまだ明確でない。そこで、この止水のメカニズムを理論的に把握する目的で実験、解析を進めている。その結果、閉塞による止水機能を見いだした。今回は閉塞による止水性のみに限定して研究を進めた。前報に引き続いて整理の終わった結果の1部を報告する。

2, 試料と実験方法

止水の材料は2液混合タイプの注入シール材で、主材は水膨張性ゴム材である。水を硬化剤として吸収し膨張した後ゲル化が進み最終的に柔らかいゴム弾性となる。ゲルタイムは任意に変えられるが今回は約30分のものを使用した。止水能力を検討するための実験装置は fig.1 に示す特殊な装置を作成した。シール溝の形状が止水性に影響をおよぼすかどうかを見るため、fig.1 の斜線部分を fig.2 の様に形状の異なる5種類のシール溝を用いて耐水性の実験を行った。なお、今回は止水のメカニズムの一端を把握するため、できるだけ単純化してシール材と実験装置の付着は無視できるようにして行った。また本実験では注入シール材の充填度を増すための加圧は特に行っておらず自己の膨張圧によるもののみである。加圧するための水圧は手動の水圧ポンプを用いた。次に実験結果を報告する。

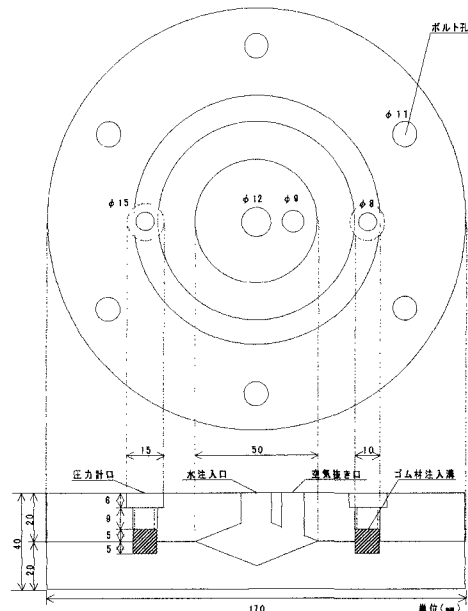


fig.1 実験装置

トンネル、止水、限界止水応力 東洋大学工学部 環境建設学科

埼玉県川越市鯨井2100 tel 0492-39-1406 fax 0492-31-4482

3, 実験結果

シール溝の形状や目開きのスペースの大きさが止水性に影響があるかどうかを検討するため、fig.1 に示す特殊な実験装置で限界止水応力を求める実験を行った。シール溝の形状は5種類で、fig.2 に示す通りである。1号機と3号機は断面積が1 c m²で、

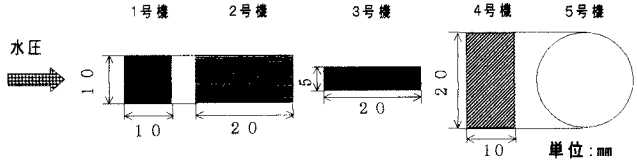
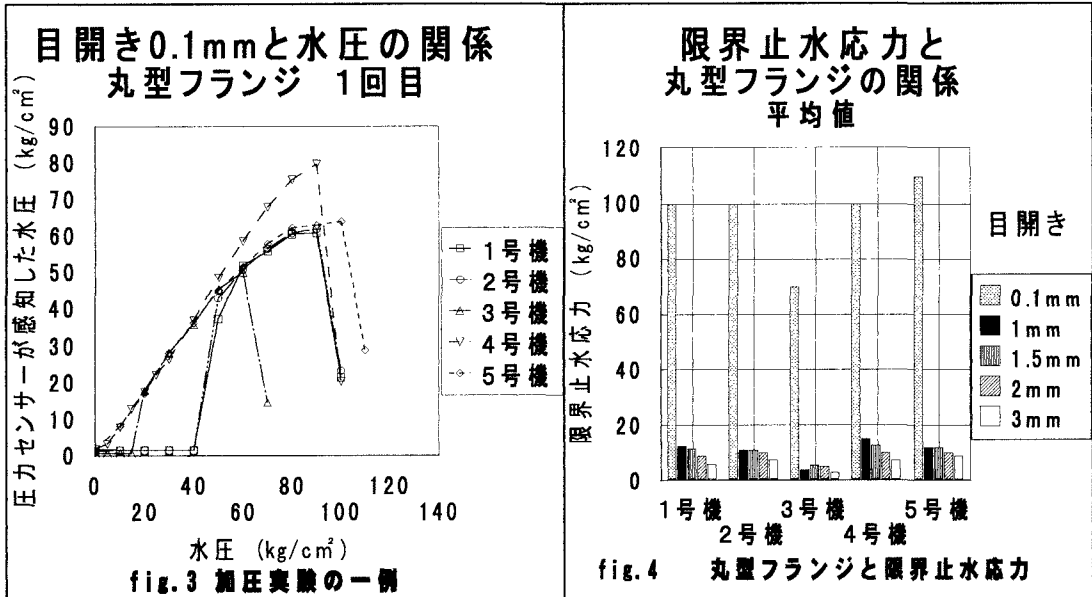


fig.2 実験装置のシール溝断面図

また2号機と4号機の断面積は2 c m²で等しい。ただし、それぞれの高さとは異なる。また、5号機のシール溝は円形で直径は4号機の高さと同じ2cmである。実験結果を fig.3 と fig.4 に示す。fig.3 は水圧の上昇に対する、シール材面上に発生する水圧測定実験の一例である。また fig.4 は、目開き量と限界止水応力の実験結果をシール溝5種類について示す。この図に示されるように断面積の等しい1号機と3号機および2号機と4号機の限界止水応力は、それぞれ側面の長さ（目開きに直角方向の長さ）が長い方が限界止水応力が高い。したが



ってシール溝の断面積が同じであれば止水材の側面長さ（目開きに直角方向の長さ）に比例して止水能力は高くなる。また円形の5号機の直径は4号機の側面と同じ2cmである。限界止水能力は fig.3 に示すように4号機とほぼ一致する。これより閉塞による止水能力は側面（目開きに直角方向の長さ）に影響されることがわかる。

この結果を前報（その2）で得た準理論式 $P=a+Y(A_o/A_1)$ で検討してみる。この式によれば A_1 （目開きの幅または断面積）と A_o （シール材の側面積または側面の長さ）は比例する。 A_1 が一定のとき、 A_o に比例して P も大きくなる。これは実験結果と一致する。この結果（その2）で得た上式は閉塞による限界止水応力の算定式に適用可能と考えられる。

参考文献、1）地盤工学会：シールド工法の調査・設計から施工まで、pp.226-246、平成9年

2）土木学会：トンネル標準方書〔シールド工法編〕・同解説、pp.93-110、平成8年