

押し出し抵抗を利用した目詰めシール材の限界止水圧

東洋大学 正会員 ○加賀 宗彦
同 同 大坪 紘一
元東洋大学 松田 宏平
村中 伸行
栗田雄一朗

1. はじめに

シールドトンネルの主な止水方法はセグメント壁間に設置された定形止水材を作用水圧よりも大きい圧力で押付ける。これによって生ずる接面応力で止水性を保持している。これに対し、ゲル化後やわらかいゴム弾性となる注入式不定形止水材(注入式水膨脹性ゴム)を用いた止水工法は締付けによって接面応力を大きくすることはできないが大きな止水能力を持つ。このメカニズムは押し出し抵抗によるものであることをすでに文献 1)で明らかにした。さらに、研究を進めた結果、注入式不定形止水材がゲル化するまでリーク防止として用いられる目詰めシール材に対しても押し出し抵抗が利用できるように設置方法することで止水能力をさらに大きくできることがわかった²⁾。この場合、目詰めシール材と注入式不定形止水材は複合材として機能すると考えられるが、今回、この複合材の限界水圧を統一的に表す事ができた。また、これまでの目詰めシール材に関する実験は、その特性を段階的に明らかにするため 1 枚の帯状の目詰めシールを用いていた。今回は実際の目詰めシール材に近い 2 枚合せのものも使用した。結果として、1 枚型とほぼ同じ結果を得た。押し出し抵抗を利用した止水方法では目詰め止水材の分割は止水能力に大きく影響しないことが示唆された。

2. 使用材料と実験方法

注入式不定形止水材は A 液と B 液からなる 2 液混合タイプの溶液型水膨脹性ゴム材である。A 液は主材で水膨脹性ポリウレタン高分子とゴムからなる。B 液は反応剤である。なお、注入式不定形止水材を以下注入式止水材と呼ぶ。ゲル化後の引張り強度は 0.098MPa のものを使用した。止水実験装置は図-1 に示すように止水溝を取付けた上下 2 枚の円形フランジで構成され目開きを自由に設定できる。この止水実験装置を用い、図-2 に示す帯状 1 枚型の目詰めシール材

材を図-1 のように注入溝外周に目開きを内側からふさぐように設置し、その後注入式止水材を注入しゲル化後限界止水圧試験を行った。使用した目詰めシール材の厚さは 0.5, 1.5, 2.0mm の 3 種類である。また高さ(tr)は止水溝の高さ H_o となり、図-2 に示す 4 種類を用いた。この目詰めシール材の引張り強度は 6.252 MPa である。前述のようにこれまでは、帯状一枚型の目詰めシール材を用いた止水実験をしてきたが、今回は次ぎのステップとして実際の目詰めシール材に近い 2 合せの目詰めシール材も作製して止水実験を行った。この目詰めシール材は図-2 と同じ外周で厚さは自立できるように 10mm とした。高さ(H_o)は 2 枚合せて 15.6mm である。

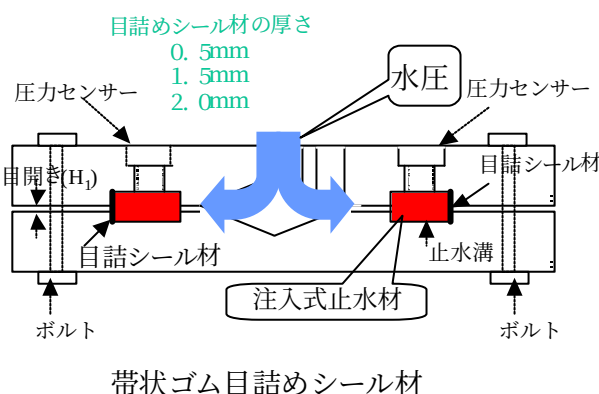


図-1 目詰めシール材を用いた止水実験

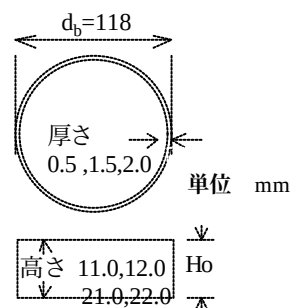


図-2 帯状ゴム目詰めシール材

Key Words: shield, critical impermeability pressure, bloking effect, install of leak prevented seal
埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部 環境建設学科 Tel.049-239-1406 Fax 049-231-4482

比較のため、同じ寸法で一枚型の目詰めシール材も作製した。また、目詰めシール材の剛性の影響を調べるため、外周と高さは同じで厚さ 0.3mm のスチルス製帯状の目詰めシール材も用意した。それぞれの目詰めシール材を前述の止水実験装置に設置し止水実験を行った。この場合は注入式止水材を使用していない。

3. 実験結果

1) H_0/H_1 で整理した限界止水圧

これまでの研究で注入式不定形止水材の限界止水圧は、止水材の厚さ(H_0)と目開き(H_1)の比(H_0/H_1)に比例する事がわかっている¹⁾。したがって、目開き(H_1)をできるだけ小さくすることで限界止水圧を大きくすることができる。この考えにしたがって目詰めシール材を目開きを封鎖するように設置したところ止水能力を大きく出来た。この場合目詰めシール材と注入式止水材は複合材として止水性を発揮していると考えられ、約 4～16 倍の限界止水圧の向上が見られた。この結果は前報¹⁾で棒グラフで示した。ただ、この場合は限界止水圧を連続的に表示できないので限界止水圧の予測などに使用するときには不便である。そこで、前述の H_0/H_1 で整理できないかと考えた。その結果を図-3 に示す。比較のため注入式止水材単独で行った限界止水圧試験の回帰曲線を太い青実線で示してある。この図に示すように目詰めシール材と注入式止水材を併用した限界止水圧も連続した回帰曲線で整理できることがわかった。この回帰曲線から、目詰めシール材が厚くなれば同じ目開きでも止水能力が高くなることがわかる。なお、連続した曲線で表すことが出来たことで止水の予測も可能となった。これについては文献³⁾を参照されたい。

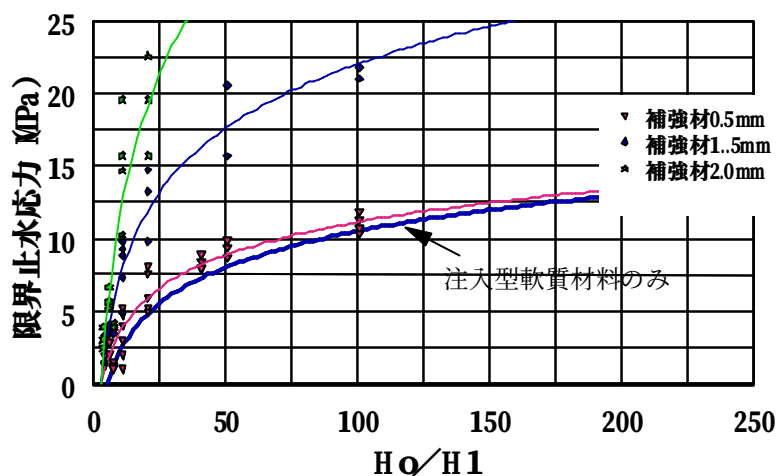


図-3 H_0/H_1 で整理した限界止水圧

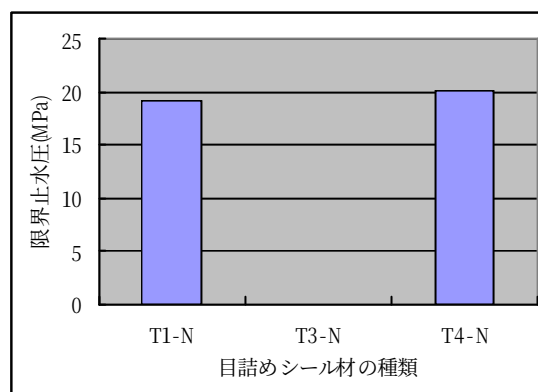


図-4 目詰めシール材の種類と限界止水圧

T1-N: 1枚型 T3-N: スチルス板
T4-N: 2枚合せ

2) 目詰めシール材単独および2枚合せでの限界止水圧。

帯状目詰めシール材と注入式不定形止水材を併用した場合の実験結果は上述した。次に、実際の目詰めシール材に近い2枚合せの目詰めシール材を作製し、前述の実験方法で説明した止水実験を行った。また、比較のため、2枚合せと同じ材質の1枚型およびスチルス板の目詰めシール材を用いた止水実験も行った。実験結果を図-4に示す。図に示すように、2枚合せと一枚型の目詰めシール材の止水能力はほぼ同じであることがわかった。この結果、押出し抵抗を利用した止水方法では、目詰めシール材の分割は止水性に大きく影響しないことがわかった。しかしながらスチルス製の金属板で行った実験結果は同図に示すように止水能力を発揮できなかった。これは鉄板の剛性が大きいので目開きに金属板が押込まれることが出来ない。そのため、押出し抵抗を発揮できないと考えられる。したがって、押出し抵抗を利用した止水方法は適度に変形できるやわらかさが必要と考えられる。

- 参考文献 1) 森、加賀：注入式水膨脹性ゴムを用いた継手部の止水のメカニズムと限界止水圧、土木学会論文集、No.686/VI,2001.9
2) 森、加賀、大坪：目詰めシール材の設置条件と限界水圧、土木学会第57回年次学術講演会、III-183、(2002.9)
3) 加賀、森：目違いが生じた注入式止水材の限界水圧と目詰め材の設置方法、土木学会論文集、No.728/VI,2003.3