

III-B 147

注入型水膨張性ゴム材による高圧止水の基礎研究

東洋大学工学部	正会員	○ 加賀 宗彦	大坪 紘一
早稲田大学理工学部	名誉会員	森 麟	
三井建設	正会員	福田 誠	石田 喜久雄
旭電化工業		高橋 亮	

1、はじめに

日本経済の発展につれて大深度地下開発やシールドトンネル工事などジオフロント関連工事がますます増加している。これに伴って巨大な土圧や高水圧から構造物を安全に保つため新素材を使用した数々の技術が開発されている。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セグメント継手面の止水工法がある¹⁾²⁾。しかし、実用化が優先されて開発されたため、止水のメカニズムなどに関してはまだ十分な研究は行われてない。これまでの止水方法は定形シール材を構造物の継手面にはさみ、地下水圧より高い圧力で締め付けて止水を保持していた。しかし、複雑な形状を持った継手面や目違いによって継手面が変形した場合の止水は困難である。そのため複雑な継手面でも止水できる工法として開発されたのが、注入型水膨張性ゴム材を使用した注入シール工法である。この工法は、従来のように水圧より高い圧力で強制的に止水材を締め付ける必要がなく、根本的に止水のメカニズムが異なる。こ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。今回は整理の終わった結果の1部を報告する。

2、材料と実験方法

止水材料は2液混合タイプの注入シール材で、主成分は水膨張性ゴムである。ゲル化後はやわらかいゴム弾性となり水を吸収して膨張する。ゲルタイムは任意に変えられるが、今回は約3分のものを使用した。材料の詳細に関しては文献1),2)を参照されたい。止水性能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て耐水性の実験を行った。なお、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いない。加圧するための水圧は約7kgf/cm²までは大型のエアーコンプレッサーを使用し、それ以上の水圧は手動の水圧ポンプを用いた。最大の水圧は30kgf/cm²で、手動ポンプの性能で制限された。

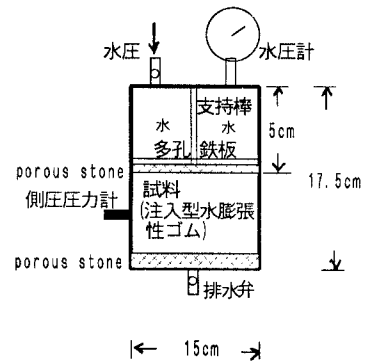


Fig. 1 実験装置

3、実験結果

構造物の継手面の一般的な止水方法は継手面にシール材を差し込み水圧より高い圧力で締め付け、止水性を発揮させる。しかし、指の圧力で容易に変形できる注入型水膨張性ゴム材による止水は、従来の強制締め付けによる方法とはメカニズムが異なる。このメカニズムの一端を解明するため一連の実験を行っている。

3-1 止水特性

止水の特性を見るため側方に圧力計を設置した実験装置で行った結果をFig. 2, 3に示す。

Fig. 2は注入シール材がゲル化した後、経過日数7日までの実験データを示したものである。その間、0～6kgf/cm²の範囲で繰返しの水圧を加えた。この図の鎖線は側圧測定結果で実線は載荷水圧の大きさである。実験初期には、ほんの少し水漏れが生じたが、数時間後には水漏れが止まり完全止水ができた。これは、水膨張性ゴムが、吸水膨張し水の通り道が封じられたものと考えられる。7日経過後も数回、水圧を変え止水性を確かめ、80日まで実験を継続した。45日経過後の結果をfig. 3に示す。最終の80日目には、水圧を30kgf/cm²まで上昇させ高水圧状態での止水性を確かめた。この水圧は、手動ポンプの能力で制限された。結果として30kgf/cm²の水圧でも水漏れはなかった。同図中の記号T-47の部分は0～7 kgf/cm²の範囲で1サイクルのくり返し水圧を加えた結果を示したもので、この部分の水圧と側圧の関係を示したのがFig.4である。この図に示されるように加えた水圧より側圧が少し小さい。この現象を説明するため、側面摩擦(μ)と横圧係数(K)を考慮して次の式をもとめ解析を進めている。

$$\frac{\sigma}{\sigma_w} = e^{-2K\mu(L-x)/t}$$

σ:側圧 σ_w:水圧 μ:摩擦係数
L, t:止水材試料の長さ、厚さ

この考えに従えば、FIG.4に示した現象を説明できる。水圧面より奥の位置ほど側

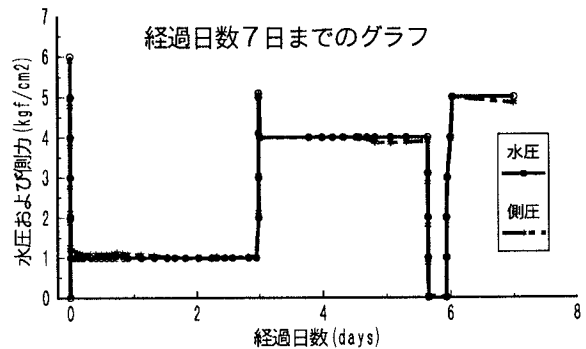


Fig. 2 繰返し水圧と側圧の関係

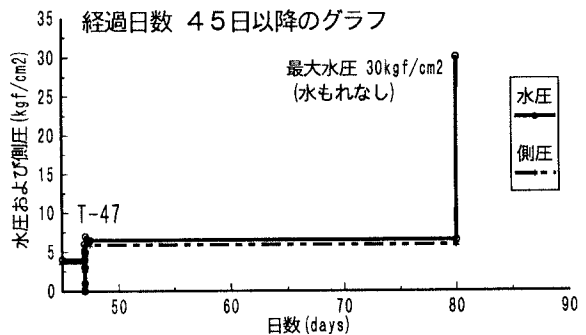


Fig. 3 繰返し水圧と側圧の関係

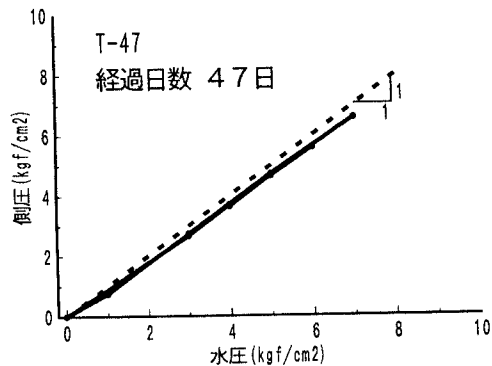


Fig. 4 水圧と側圧の測定結果

圧σは、小さくなるが、止水材上部のモールド壁面と止水材の接面圧力は、ポアソン比や膨張圧または付着力の影響で作用水圧より大きな力で止水性を発揮しているものと考えられる。境界面の水圧分布に関しては、さらに実験装置に工夫を加え実験、解析を進めている。

参考文献、 1)尾見、他4名：セグメントシール材注入工法の開発（その2）、注入シール工法の材料特性、

土木学会第49回年講、平成6年

2)福田、他3名：セグメント注入シール工法の開発（その3）、注入シール工法のシール材注入

試験、土木学会第49回年講、平成6年