

## 様々な曝露環境における膨潤性止水材の膨潤圧特性

膨潤性止水材、膨潤圧、曝露環境

京都大学

(国) 稲積真哉

日本化学塗料(株) ○ (正) 若月 正 (正) 川端秀雄

日本化学塗料(株) (正) 加藤研二 (正) 小林賢勝

## 【1. はじめに】

土木分野にて膨潤性止水材は、鋼矢板や鋼管矢板の継手箇所の遮水性を高めることを主目的にした、継手遮水処理材、等の遮水材として多用されている。(図1参照)この様に膨潤性止水材は遮水処理材ならびに遮水材として非常に有効な材料であると考えられ、筆者らは膨潤性止水材の組成、膨潤率特性および物性等に関し種々報告している<sup>1)</sup>。しかしながら膨潤性止水材には、未だ良く解明されていない特性が種々あり、その一つが膨潤圧特性である。膨潤圧は、膨潤性止水材の耐久かつ耐久特性に大きく影響する特性である。近年、膨潤性止水材は廃棄物処分場における遮水材として適用されており、この分野における膨潤性止水材の耐久特性の重要性は増している。しかし膨潤性止水材の膨潤圧の研究は、まだ、十分に実施されていないのが現状である。種々要因(膜厚、水温、水質、pH等)による膨潤圧の挙動を解明する事は、膨潤圧特性に大きく影響される膨潤性止水材の耐久特性、更には、鋼矢板継手や鋼管矢板継手の遮水等の特性向上に繋げることが出来ると考える。

本論文は、継手遮水処理材に適用される膨潤性止水材の膨潤圧特性を検討することを目的として、実験的手法により膨潤圧評価を検討し、膨潤性止水材の種々条件下(膜厚、淡水、海水環境下)での膨潤圧特性を検討した。

## 【2. 膨潤性止水材の概要】

膨潤性止水材は合成エラストマーを母材に、高吸水性ポリマー、充填材および溶剤を配合した流動性を有する材料である。膨潤性止水材の膨潤は、主として膨潤性止水材中に配合された高吸水性ポリマーの膨潤に依存する。また、この膨潤性止水材の膨潤体膜から抽出された水は、水道法に基づく水質基準を満たし、環境に適合するものである。

膨潤性止水材が塗布または接着された鋼管矢板継手の遮水性能は、例えば淡水および人工海水(3%食塩水)の環境において、換算透水係数  $ke=1 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$  オーダーの低透水性を確保することが明らかにされている<sup>2)</sup>。

## 【3. 膨潤性止水材の膨潤圧】

## 3-1 膨潤圧試験

膨潤圧は、膨潤性止水材の膨潤により発生する圧力で、これまでも評価等検討はされている。<sup>2)</sup>今回、膨潤圧に関する評価方法の確立と種々条件下における膨潤圧特性の挙動把握を目的に実施した。

本論文では膨潤性止水材の膨潤圧を、小型卓上試験機(EZTEST-500N、島津製作所製)および膨潤圧測定専用容器(図2参照)を用いて測定を実施した。

膨潤止水材膜はオープン状態で水と接触すると水を吸収して膨潤が始まり、四方八方に膨らむ。膨潤圧も同様であり、オープン状態で発生する膨潤圧を測定することは非常に難しかった。今回、図2に示す膨潤圧測定専用容器(セル)を作成し、膨潤によって生じた膨潤圧を集められる構造とし、膨潤圧をセンサー(ロードセル)で捉えることにより測定した。なお、本測定機で得られた値の単位はNであるが、単位面積当たりのMPa単位に換算し膨潤圧と定義した。

膨潤圧測定手順は以下の通りである。

- (i) 膨潤性止水材を一定量乾燥させて種々膜厚(1,2,3mm)のシート状の止水材を作成する。
- (ii) シート状の止水材を専用容器に入るサイズに合わせて切断し試験片を準備する。
- (iii) 試験片を膨潤圧測定専用容器内に挿入し、容器を恒温槽に入れ測定機にセットする。
- (iv) 恒温槽内に所定水温の淡水等を満たし、膨潤圧を計測する。
- (v) 得られた値を単位面積当たりのMPa単位に換算し膨潤圧とした。

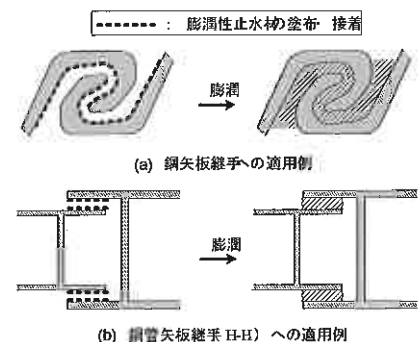


図1 膨潤性止水材による鋼(管)矢板の遮水処理

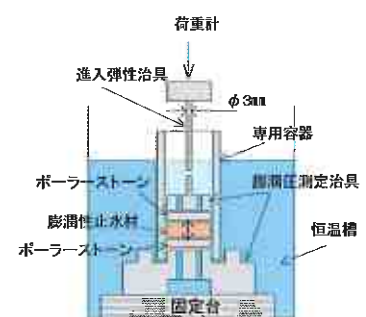


図2 膨潤圧測定装置概略図

### 3-2 膨潤圧

#### 3-2-1 膨潤性止水材膜厚と膨潤圧の関係

浸漬する水質（淡水、人工海水）および水温は、膨潤性止水材の膨潤圧特性に大きく影響を及ぼす環境であり、これらの環境下での膨潤性止水材の膜厚と膨潤圧の関係を検討した。

図3は、淡水および人工海水の浸漬水環境下における膨潤性止水材膜厚と膨潤圧の関係を示している。膨潤圧は、上記した様に小型卓上試験機（EZTEST-500N）で得られた測定値（N）をMPa単位に換算している。

この図より、淡水、人工海水の何れの環境下においても膨潤圧は膨潤性止水材の膜厚に依存し、膜厚が厚くなると、膨潤圧も増す傾向にある。また、膨潤圧は浸漬水質に大きく影響される。すなわち、淡水浸漬水に比べ人工海水浸漬水の膨潤圧は小さくなる。これは、膨潤性止水材に配合されている高吸水性ポリマーが塩類の影響を受けやすく、その為、塩類を含む環境下の浸漬水では、塩類の影響で膨潤が阻害され膨潤圧が小さくなると考えられる。しかし、本試験で得られた膨潤圧は、予想以上に大きな値であり、例えば、図3より1mm膜厚の場合、淡水条件下で6.7MPa、人工海水条件下で4.2MPa値が得られている。この値は水深圧で670m、420mに相当する。この様に膨潤性止水材が膨潤により発生する膨潤圧は非常に大きく、拘束条件下（例えば水深100m）においても十分に膨潤機能が発揮されると推測される。よって、膨潤性止水材が止水等で要求される耐圧力（膨潤圧）に問題なく対応できる膨潤圧が得られている。

#### 3-2-2 浸漬水温と膨潤圧の関係

図4は、淡水および人工海水下での浸漬水温と膨潤圧の関係を示している。これより淡水および人工海水の何れの浸漬水温は膨潤圧にほとんど影響を及ぼさず、浸漬水温による膨潤圧変化は非常に小さいものである。膨潤圧は、前記した様に浸漬水の水質には影響されるが、同じ水質の浸漬水温変化ではほとんど影響されないことが判る。

#### 3-2-3 各膜厚の浸漬時間と膨潤圧の関係

図5,6は淡水および人工海水環境下での各膜厚による浸漬時間と膨潤圧の関係を示している。これらの図から、浸漬時間による膨潤圧を比較すると淡水浸漬は人工海水浸漬より、膨潤圧の立ち上がり早く、大きな膨潤圧特性値が得られる。そして、膜厚条件では、淡水および人工海水浸漬共、1mmと2mmの膜厚差は膨潤圧への影響は大きい、2mmと3mmの膜厚差は膨潤圧への影響は小さくなっている。この原因は図3からも判る様に、膜厚と膨潤圧の関係より膜厚が3mm程度で膨潤圧差は膨潤圧への影響は大きい、2mmと3mmの膜厚差は膨潤圧への影響は小さくなっている。この原因は図3からも判る様に、膜厚と膨潤圧の関係より膜厚が3mm程度で膨潤圧は飽和傾向を示しており、このため2mmと3mmの膜厚差での膨潤圧の差が小さくなると考える。尚、淡水に比べ人工海水浸漬膨潤圧の立ち上がり遅いのは、膨潤性止水材に配合されている高吸水性ポリマーが浸漬水に含まれる塩類の影響で膨潤が阻害されるためである。

#### 【4. 終わりに】

膨潤性止水材の膨潤圧に関し、実験の店頭を実施した。その結果、膨潤止水材の膨潤圧は予想以上に大きな値であることが判った。更に以下のことが明らかになった。

(1)膨潤圧は膨潤性止水材の膜厚に依存、膜厚が増すと膨潤圧は増加する傾向。(2)膨潤圧は、浸漬水温の影響を受けにくい。(3)膨潤圧は浸漬水の水質に影響される。人工海水浸漬での膨潤圧は淡水浸漬に比べ低くなる。

#### 【参考文献】

- 1),2) 稲積真哉・若月 正・小林賢勝・木村 亮：廃棄物処分場の遮水処理材へ適用される膨潤性止水材の膨潤・強度特性，環境工学研究論文集，土木学会，Vol.44，pp.463-469，2007-11.
- 2) 稲積真哉・木村 亮・若月 正・小林賢勝：遮水処理材としての膨潤性止水材の膨潤率および膨潤圧に関する実験的検討，材料，日本材料学会，Vol.60，No.3，pp.240-244，2011-3.

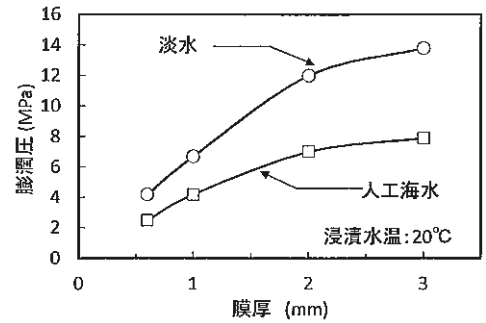


図3 膜厚と膨潤圧の関係

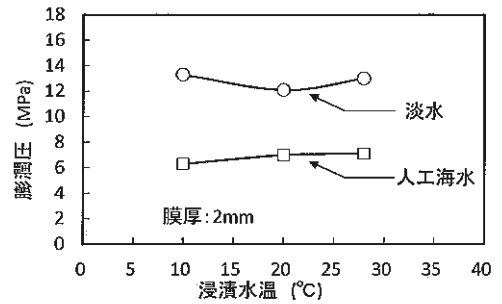


図4 浸漬水温と膨潤圧の関係

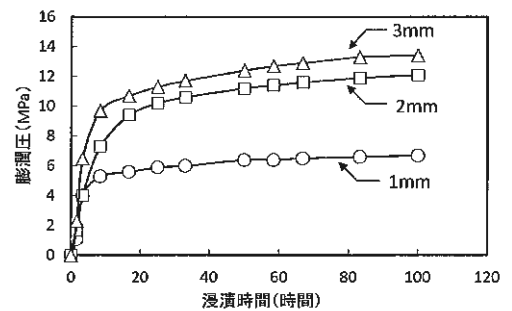


図5 膜厚による淡水浸漬時間と膨潤圧の関係

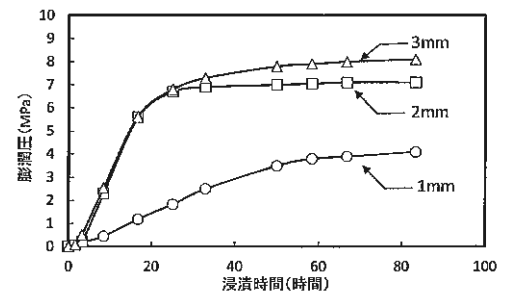


図6 膜厚による人工海水浸漬時間と膨潤圧の関係