

# 地下コンクリート構造物の漏水部における特殊ポリウレタン樹脂高圧注入止水工法

清水建設(株) 技術研究所 生産技術開発センター 小野 正

## 1. はじめに

昨今の我が国においては、都市インフラの整備、大型建築物の建設などの開発事業が活発に展開されている。これらの地下コンクリート構造物の外壁には、水圧を伴う地下水(被圧水)が作用するために、コンクリート壁面のひび割れ、打ち継ぎ、コールドジョイントおよびジャンカなどの不具合部では、漏水が生じて問題になる。これらの漏水は、圧力を伴う地下水(被圧水)であること、壁厚が大きいこと、及び鉄筋下部も水みちとなり易く複雑な漏水経路であること<sup>1)</sup>などから、止水することは難しい。

ここで採り上げた止水工法は、地下コンクリート構造物からの漏水を簡便かつ確実に止水することを目的に開発した特殊ポリウレタン樹脂を高圧注入して止水する工法であり、本報告では、その概要を述べる。

## 2. 地下構造物の漏水故障の実情

地下コンクリート構造物からの漏水を防止するために、通常はメンブレン防水材(外防水用)、止水板、水膨張シール材および止水材注入工法などの防水・止水工法を適宜選定・組み合わせて使用している<sup>2)</sup>。

しかし、地下コンクリート構造物の外壁においては、防水工事の施工そのものが難しい場合が多く、防水上の様々な不具合が生じ、そこから漏水して問題になることが少なくない。従来から幾多となく生じているコンクリート構造物の漏水現象の代表的なものとしては、ひび割れ、打ち継ぎ、コールドジョイント、ジャンカ、セパレーター孔、埋設物、ひび割れ誘発目地などから生じるものであり、これらのうち代表的な漏水現象を写真1～3に示した。



写真1 ひび割れおよび  
セパレーター部の漏水



写真2 コールドジョイ  
ント部の漏水



写真3 ジャンカ補修部  
の漏水

### 3 . 高圧注入止水工法の開発・普及

#### 3 . 1 開発の狙い

地下コンクリート構造物のうち、特に土木構造物の漏水現象については、厚壁で漏水経路が複雑である、打ち放しで仕上げをしないために見苦しい補修跡を嫌う、圧力を伴う被圧水の漏水であるなどの特徴がある。従って、効率的かつ確実に止水でき、止水跡が見苦しくないことが望まれており、開発の狙いは、以下のとおり設定した。

- ( 1 ) 厚壁でも短時間で施工でき、確実に止水できる。
- ( 2 ) 止水跡が目立たない施工方法である。
- ( 3 ) コスト競争力のある工法である。

#### 3 . 2 高圧注入止水工法の開発

前節の狙いを具備した高信頼性の止水工法を開発するためには、高品質の液状止水材の開発と高性能な注入工法の開発の両方を適切に進める必要がある。止水材については、建築分野で数千件の使用実績を持つ止水工法用の止水材「親水性ポリウレタン系止水材」を改良することにした<sup>3) 4)</sup>。一方、躯体コンクリートの不具合部の隅々まで効率よく止水材を注入するために高圧樹脂注入工法を開発することにした。

##### 3 . 2 . 1 止水材の開発

高圧注入用止水材は、注入充填しやすい粘度であり、発泡硬化物の耐アルカリ性、および湿潤・水中下での発泡硬化・接着耐久性などの性能が優れている必要がある。改良・開発した液状止水材（一液型親水性ポリウレタン）の主な性質・性能を以下に述べる。

( 1 ) 厚い壁の広い範囲に注入するためには、注入しやすい粘度の液状止水材であることが望まれており、室内実験と現場施工実験を繰り返しながら、一般用（1100～1400mPa・s）と冬用（700～1000mPa・s）の2種類を製品化した。表1には、液状止水材の基本的性質を示し、図1には、同材の温度と粘度の関係を示した。

( 2 ) 止水が必要になる漏水箇所は様々であるが、主な用途はコンクリートの欠陥部である。従って、湿潤面への接着耐久性に優れ、かつ長期の耐アルカリ性を有していなければならない。当工法に用いる止水材は、発泡させないように時間を掛けて固めると

表1 液状止水材の基本性状

項目	止水材 (一般用)	止水材 (冬用)
外観	暗褐色液体	
粘度(25℃) mPa・s	1100～1400	700～1000
比重	1.16	
発泡開始時間(25℃)	約60秒	
消防法	危険物第4類 第4石油類	危険物第4類 第3石油類

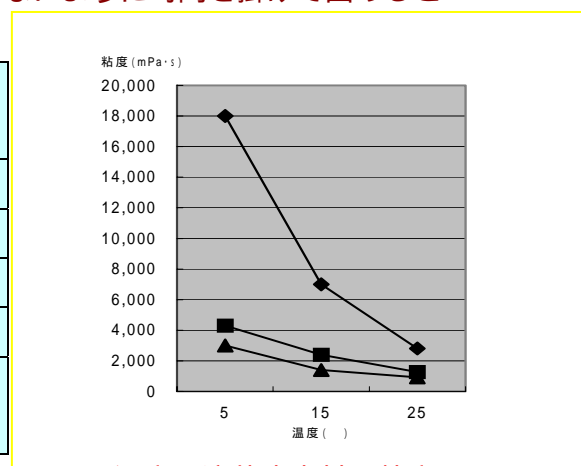


図1 温度と液状止水材の粘度

40MPa 前後の引張強度が発現するものである。硬化止水材の強度特性は、発泡倍率と関係するが自由発泡させたものの基本性状を表 2 に整理した。独立気泡率が 80%前後と大きく、かつ吸水率が 1%以下と小さいのが特徴である。また、ダンベル型セメントモルタル片の破壊面を液状止水材を用いて接合した試験体は、アルカリ水(セメント飽和 pH12 程度) 浸漬後でも良好な接着状態であり、問題のない耐久性を示している。

表 2 硬化止水材(発泡硬化物)の基本性状

項目	止水材 (一般用)	止水材 (冬用)
みかけ密度(g/cm <sup>3</sup> )	0.09	0.09
独立気泡率(%)	80.2	77.8
圧縮強さ(MPa)	0.19	0.10
曲げ強さ(MPa)	0.61	0.41
引張り強さ(MPa)	0.67	0.50
吸水率(%)	0.35	0.65

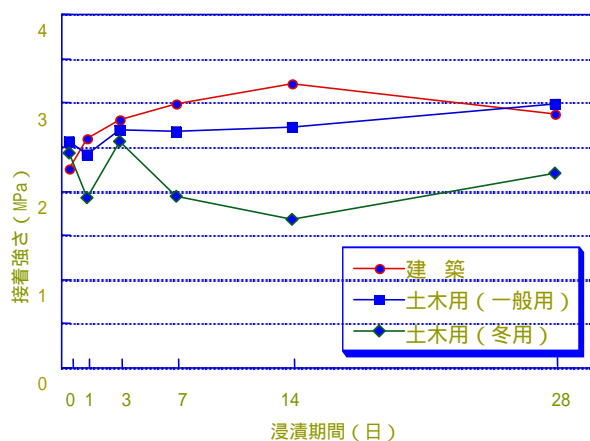


図 2 アルカリ水の浸漬期間と接着強さ

### 3.2.2 高圧注入止水工法の概要

開発した高圧注入止水工法は、図 3 に示す通りであり、次の特徴を有している。

(1) ひび割れなどの不連続面を横断して斜めに削孔し、削孔部分を清掃後に逆流防止弁付き注入プラグを装着する。

(2) 注入圧が逃げないように(樹脂が漏れないように)、ひび割れなどの表面をシールする。この時、注入状況を確認するために確認口としてシールしない部分を設ける。

(3) 10~20MPa の高圧で液状止水材を注入し、さらに水との発泡硬化反応に伴う膨張圧力で時間を掛けて不連続部の隅々まで止水材が注入される。

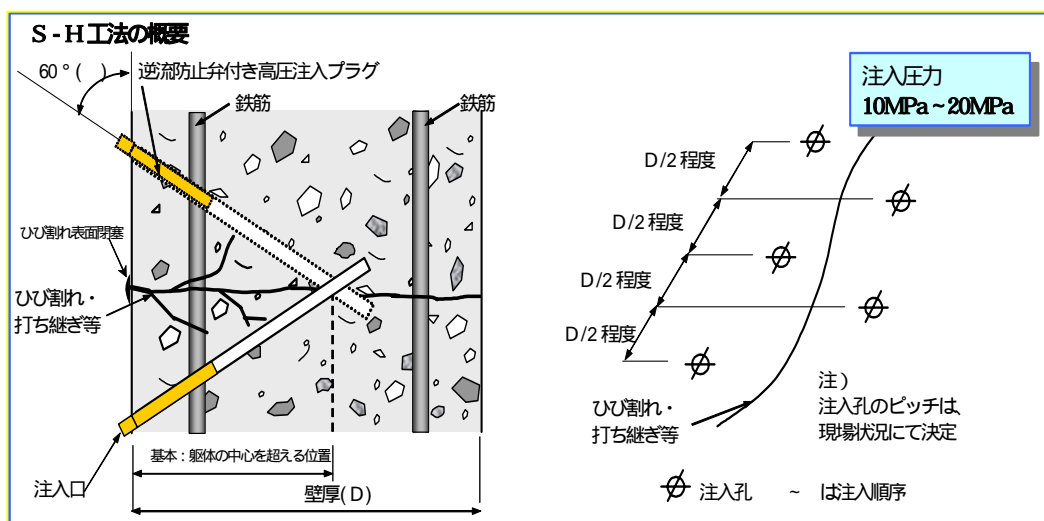


図 3 開発した高圧注入止水工法

(4)新たに漏水している部分があれば止水し、工事範囲の漏水が止水できていることを確認後に、付着している樹脂やひび割れなどシールを除去・清掃し、仕上げる。

表3 止水工法の種類

工法	漏水の状況
S H	単純なひび割れからの漏水
S U	打ち継ぎ部からの漏水
S C	コールドジョイントからの漏水
S J	ジャンカ部からの漏水
S T	鉄筋や鋼材からの漏水



写真4 漏水の状況 写真5 止水後の状況

### 3.4 普及展開とその結果

開発した止水工法は、約2年間の試行販売の間に、鉄道トンネル、道路トンネル、ダム、発電所、地下鉄駅舎および水槽などの漏水が問題になっている各種構造物の止水工事を実施し、2004年2月から本格販売に至った。この間に約70件を超える施工実績を積みつつ改良開発を続け、施工性と止水性に優れた工法の開発ができた。写真4、5は、止水工事前後の状況であり、良好な止水効果を示している。また、漏水現象に応じた適切な止水工法が選定できるように表3の5工法を標準化し、かつ事前調査から止水工事までを熟練した技術者が実施する施工体制を整備した。さらに、止水工法の適切な施工を実施するための一助として、技術マニュアルを作成・発行した<sup>5)</sup>。

### 4. おわりに

当止水工法は、厚壁(1~4m)で、圧力を伴う地下水の漏水を止水することに優れており、従来は止水が難しかった新築の土木構造物・大型建築物の漏水故障、さらに既存構造物の延命化と機能性向上などを図るために地下部分の漏水故障を止水する場合に好適である。本止水工法は、様々な構造物の最も基本となる防水性を確保するための技術であり、膨大な建設資産の品質向上と延命策に大いに貢献できるものである。

#### [参考文献]

- 1) 芝、申、田中：コンクリート壁体のセパレーター部の水密性 日本建築学会大会 2003年
- 2) 第1回防水シンポジウム資料集 第1部 地下の防水 日本建築学会 2001年7月
- 3) 小野ほか：ポリウレタン系止水材によるコンクリートひび割れ部の止水工法 第43回セメント技術大会講演集
- 4) 評価書 コンクリート構造物の漏水部止水工法の開発 平成元年 建設大臣
- 5) マニュアル「ピングラウト工法 スマート止水工法」平成16年2月ピングラウト協議会