

### 3. 被圧水下的の注入止水性

#### 3. 1 試験概要

地下構造物などの漏水は、比較的大きな圧力を伴った被圧水である。被圧水の漏水部における注入施工性、注入後の水密回復性、ひび割れへの充填性及び湿潤コンクリート面への接着性は、ピングラウト工法にとって重要な性能である。

図-3. 1のひび割れの入っているコンクリート試験体に水圧負荷装置を図-3. 2のように連結し、所定の被圧水でひび割れ部から漏水させ地下構造物の漏水状況を再現した。このように漏水しているコンクリートひび割れ部に、標準施工法で止水し、被圧水下的の注入施工性、注入後の水密性、ひび割れへの充填状況及び接着性を確認した。

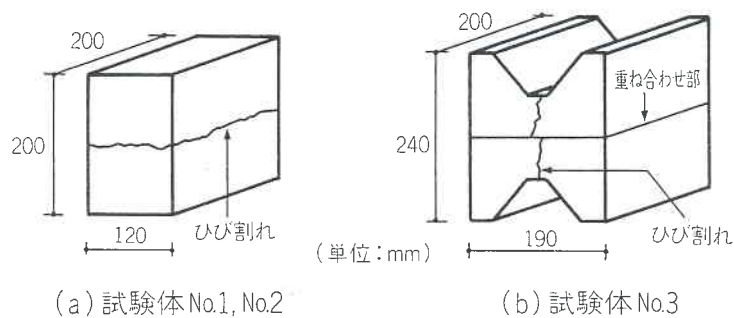


図-3. 1 コンクリート試験体

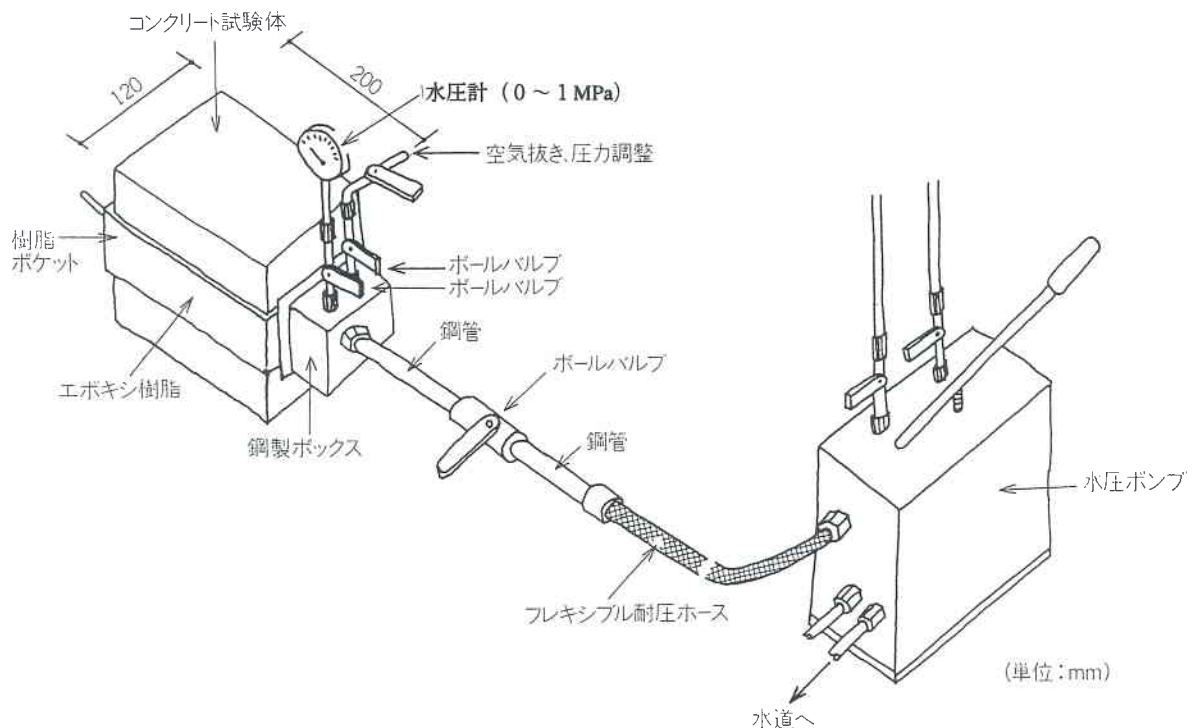


図-3. 2 試験装置の構成

### 3. 2 試験結果とその検討

#### A. 試験体の漏水状況

漏水試験の結果は、表-3. 1の通りである。試験結果の一例として、水圧0.1MPaにおける漏水量をみると、試験体No. 1が1.9、No. 2が75.6、No. 3が98.9ml/cm・minであり、No. 1は、しみ出す程度、No. 2及び3は激しく吹き出した。試験体No. 3の漏水状況を写真-3. 1に示す。

表-3. 1 注入施工前の漏水試験結果  
(単位：ml/cm・min)

水圧 (MPa) \ 試験体No.	1	2	3
0.05	0.9	50.0	58.5
0.1	1.9	75.6	98.9
0.15	3.1	93.7	124.9
0.2	4.6	109.9	*

\*：漏水量が多く、水圧が上がらないために中止



写真-3. 1 漏水状況（試験体No. 3）

## B. 漏水下での注入施工性

被圧水下の注入施工実験の記録は、表－3. 2の通りであり、次の事項が確認できた。

- (1) 漏水していても注入準備は支障なくできた。
- (2) 0.2MPaの水圧が作用し、漏水していてもNLペーストが注入充填できた。
- (3) 注入充填後に一部に漏水が生じたが、これはNLペーストが充填されることによって止水することができた（写真－3. 2）。

表－3. 2 注入施工の記録

施工の段階	試験体 No. 1	試験体 No. 2	試験体 No. 3
漏水状況	ひび割れから水がしみ出す（少量）	ひび割れから水が吹き出す	ひび割れから水が吹き出す
樹脂ポケットの作製	水がしみ出していたが急結セメントで樹脂ポケットの作製が支障なくできた	水が吹き出していたが、お湯で溶いた急結セメントで樹脂ポケットの作製が支障なくできた	同 左
ポリウレタンの注入充填	漏水があったが注入充填は支障なくできた	注入充填は支障なくできた	漏水が激しかったのでアルミニウム管を閉じて漏水量を少なくしながら注入充填を行った
注入充填後	約10分後に樹脂ポケットの端部が破損し漏水が生じたが、数時間後にNLペーストが充填され漏水は止まった	外観上の異状は認められなかった	注入直後からひび割れ部での漏水が始まる。この漏水は2時間30分程度経過後に止まった



写真－3. 2 注入施工後の状況（試験体No. 1）

以上の結果から、被圧水下で漏水している箇所の止水工事は、問題なくでき、漏水を止めることができる。

C. 水密性の回復状況

水密試験の結果は表-3. 3及び3. 4の通りであり、次の事項が明らかである。






- (1) No. 1の試験体は10mm切断後まで0.25MPaの水圧に耐えた。30mmの位置を切断時に試験体は破損したが、NLペーストは深部まで充填されていた。
- (2) No. 2及びNo. 3の試験体は、80mmの位置を切断後も0.25MPaの水圧に対して水密性が確保できた。

表-3. 3 注入施工後の水密試験の記録

試験体 No.	水圧 (MPa)	アルミ管切断	10mm切断	30mm切断	80mm切断	X mm切断	備考
1	0.05	○	○	試験体の破損	同左	同左	30mmの位置を切断の時に、鉄筋に当り、無理に切断しようとして試験体を破損した。
	0.1	○	○				
	0.15	○	○				
	0.2	○	○				
	0.25	○	○				
2	0.05	○	○	○	○	(105mm) 15.5	105mmの位置では1箇所未充填部があり、水が噴出した。
	0.1	○	○	○	○	23.0	
	0.15	○	○	○	○	27.5	
	0.2	○	○	○	○	33.8	
	0.25	○	○	○	○	37.8	
3	0.05	○	○	○	○	(150mm) ●	—
	0.1	○	○	○	○	●	
	0.15	○	○	○	○	●	
	0.2	○	○	○	○	●	
	0.25	○	○	○	●	○0.004	

- (注) ・○印は漏水しないことを意味する。  
 ・●印はエポキシシール部から水がしみ出し、コンクリートの一部が濡れ色になったことを意味する。  
 ・表中の数値は漏水した場合の漏水量 (ml/cm・min) を示す。

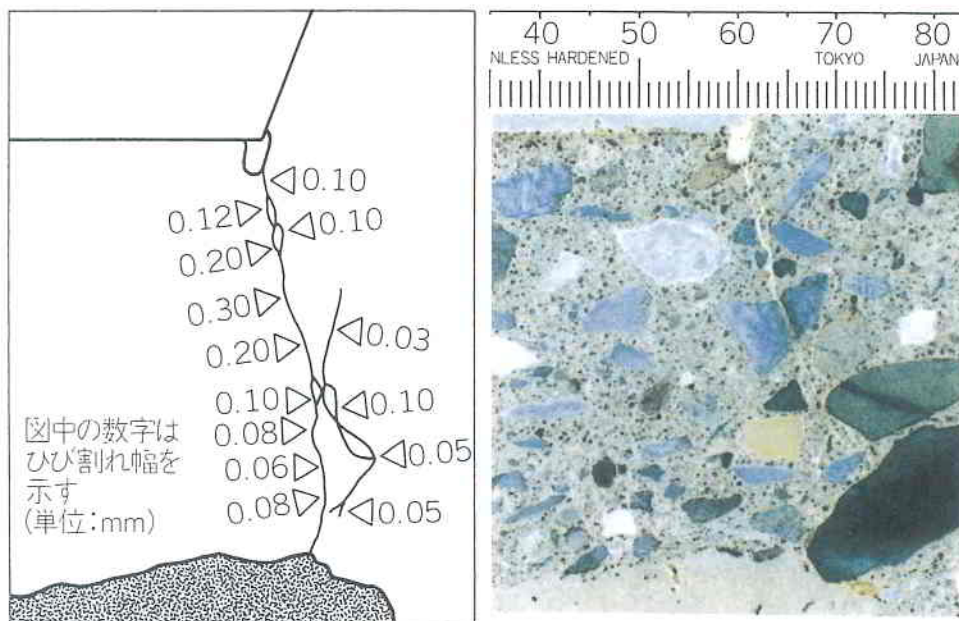
表-3.4 注入施工後の水密試験の状況（試験体No.3の場合）

切断位置 (mm)	10	30	80	150	150
水圧 (MPa)	0.25	0.25	0.25	0.1	0.25
水密試験 の状況					
結果	漏水なし	漏水なし	上部エポキシ樹脂 シール部から漏水 ひび割れからの 漏水はなし	同左	同左

以上の結果から、0.2MPa程度の被圧水下で激しく漏水しているひび割れ部に注入施工を行った場合でも、ひび割れの奥深くまで注入充填でき、十分な水密性が確保できる。

#### D. 注入充填されているひび割れ幅

注入充填されているひび割れ幅の測定結果の一例を写真-3.3及び3.4に示す。写真から、水圧が作用していても、発泡膨張圧力によって、漏水が問題となる0.03~0.06mm程度の幅の狭いひび割れにも充填されていることが判る。



ひび割れ幅 充填の状況  
写真-3.3 充填状況の例 (No.3 30mm位置の切断面)



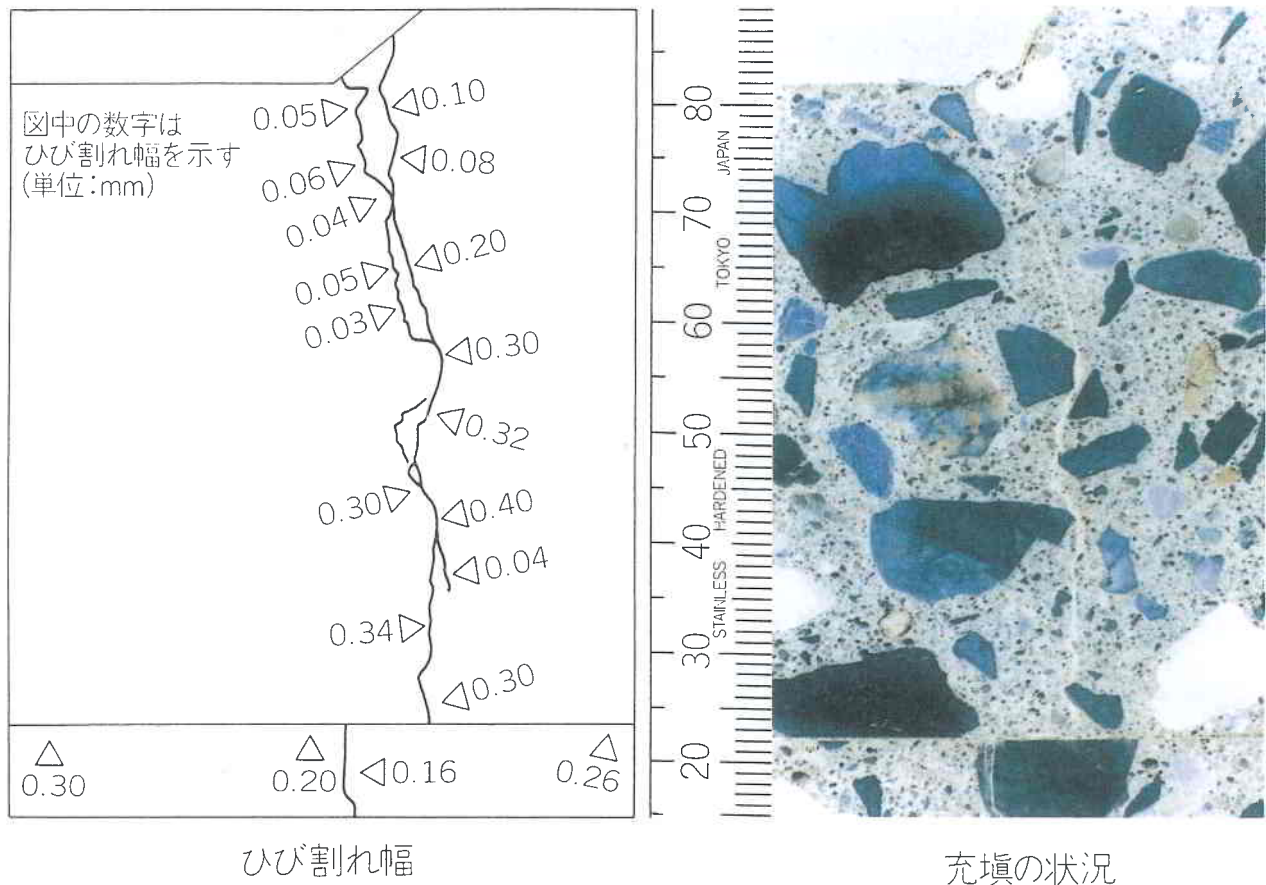


写真-3.4 充填状況の例

### E. 注入充填部の接着性

引張試験用の試験体を写真-3.5に、試験体の取付け状況を写真-3.5に示し、試験結果を表-3.5に示す。表には参考までに、水圧を作用させないで施工した場合の結果を併記した。表から、注入充填されたひび割れ部の接着性について、次の事項が明らかである。

- (1) 接着が良いために、破壊の大部分はコンクリートの母材破断であった。
- (2) 接着強度の平均値は、いずれの試験体とも1.1MPa程度であった。中には接着強度の小さなものもあったが、これは幅の狭いひび割れが複数入っていたためと推察される。



写真-3.5 試験体

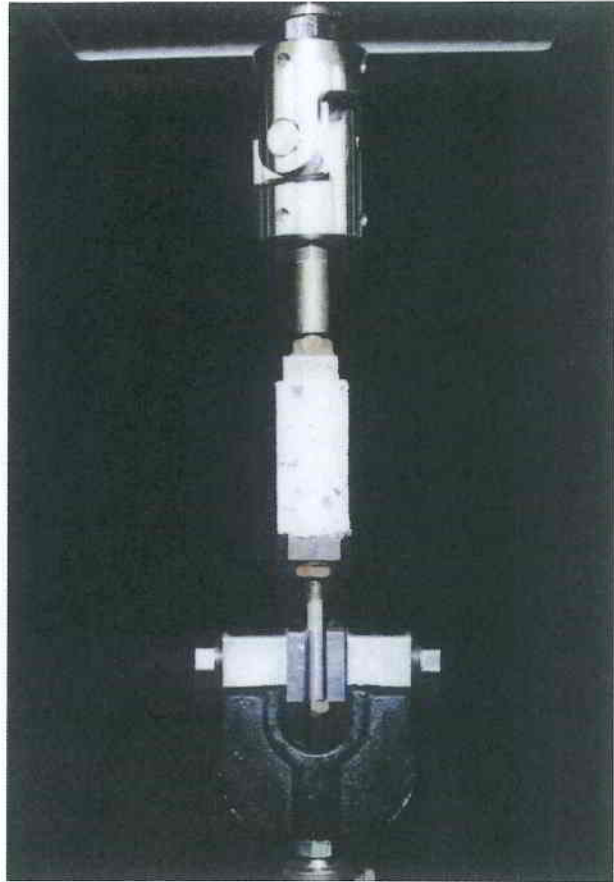


写真-3.6 試験体の取付け状況

表-3.5 引張接着試験の結果

試験体 No.	試験体数	接着強度 (MPa)				破壊状況 <sup>*)</sup> (%)		備考
		最小値	最大値	平均値	標準偏差	A	B	
1	—	—	—	—	—	—	—	破損のため試験できず
2	3	0.13	1.76	1.170	0.903	95	5	—
3	5	0.34	1.60	1.104	0.666	99	1	—
参考	10	0.43	1.82	1.115	0.457	76	24	水圧なしで施工

\*) A: コンクリートの母材破壊  
B: ポリウレタン硬化物が露出した状態の破壊

以上の結果から、多量の漏水がある被圧水下で施工したNLペーストは、コンクリートとよく接着しているが、これは水架橋型ポリウレタンのために、湿潤コンクリートとの接着が優れているためと推察される。