

## 2.1 凍結管構造に関する検討

### ■ケーシング底部止水方法の改善に関する実証試験

凍結管 1.2m ピッチ試験における凍結管及び测温管用のケーシングに対して、以下の 3 方式の止水方法の止水性、作業性を確認した。

表 1 底部止水方法

テストパターン	①	②	③
施工方法	メカニカルパッカー	ゴムパッカー	CBリボーリング
施工本数	4本	3本	1本
削孔機	ロータリー	パーカッション	パーカッション
孔番	AT-1,AT-2,AS-1,AS-2	AT-3,AS-3,AS-4	AT-4
ケーシング先端閉塞概要図			

### ■実証試験箇所

凍結管 1.2m ピッチ試験における底部止水実施箇所を以下に示す。

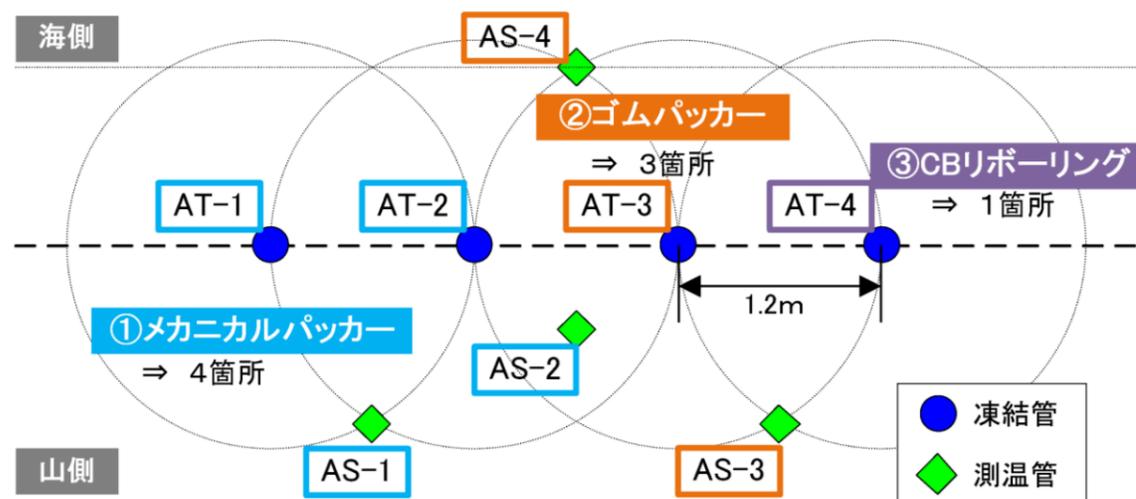
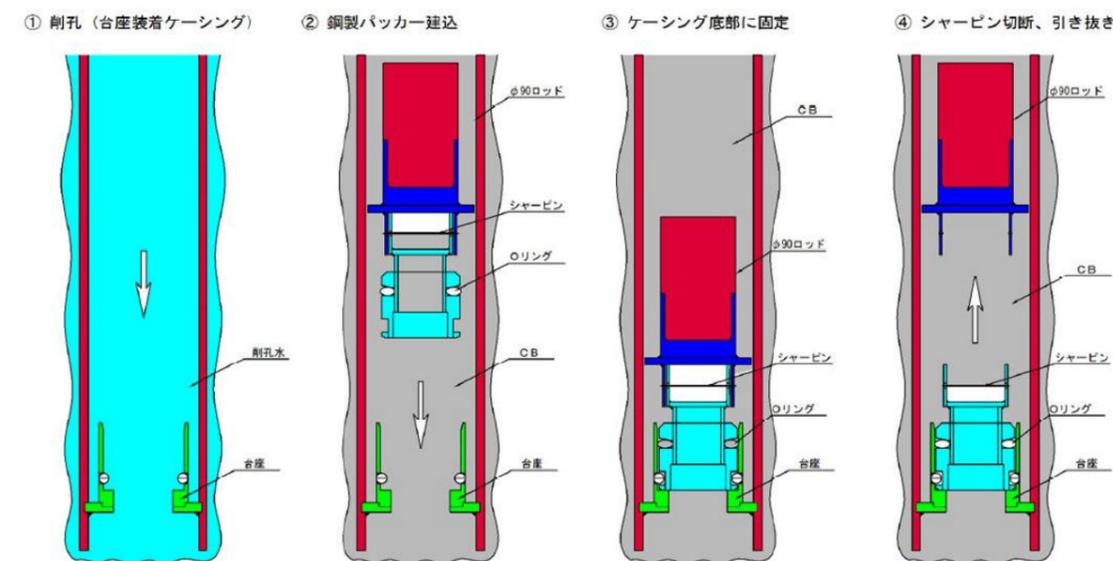
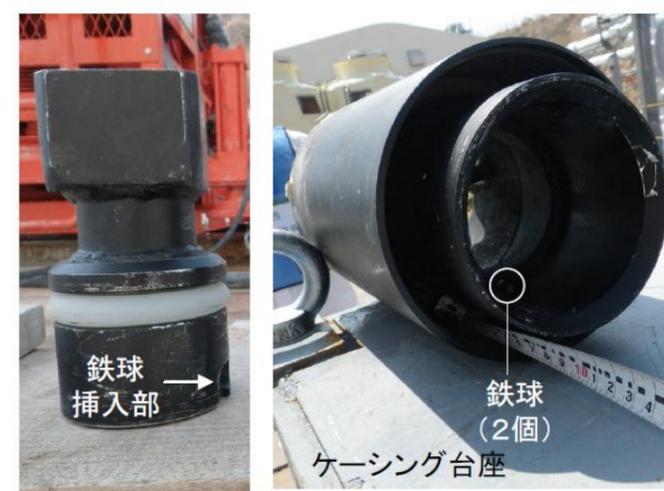
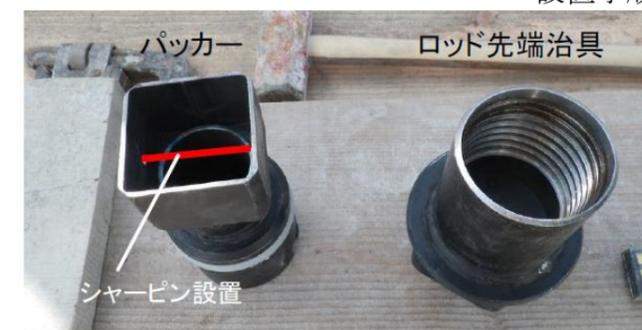


図 1 実証試験箇所

### ■メカニカルパッカー止水の概要



設置手順



#### ★パッカー固定方法

- ① シャーピンでロッド先端治具とパッカーを一体化して、台座に差し込み。
- ② 台座据え付け後、回転させることで台座の鉄球にパッカーが噛み込み、固定される。
- ③ そのまま回転力でピンを破断して、パッカーだけ残置させて、ロッドを引き上げる。

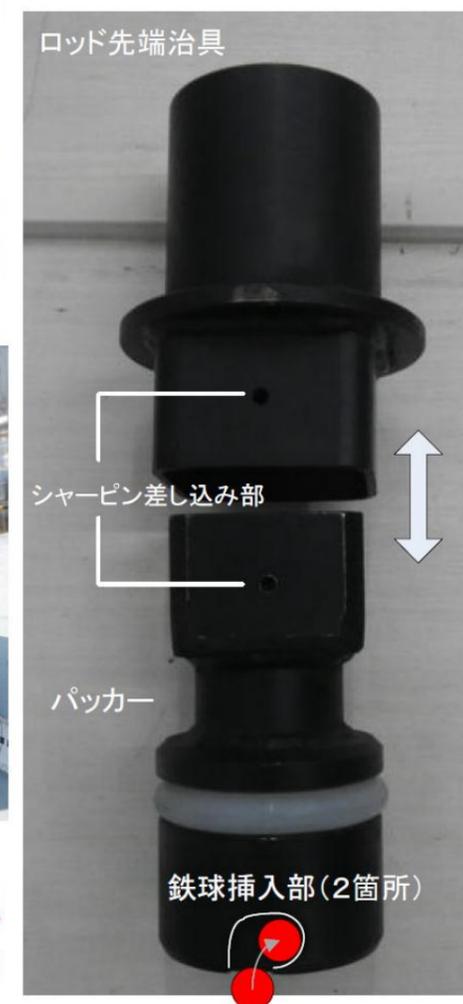
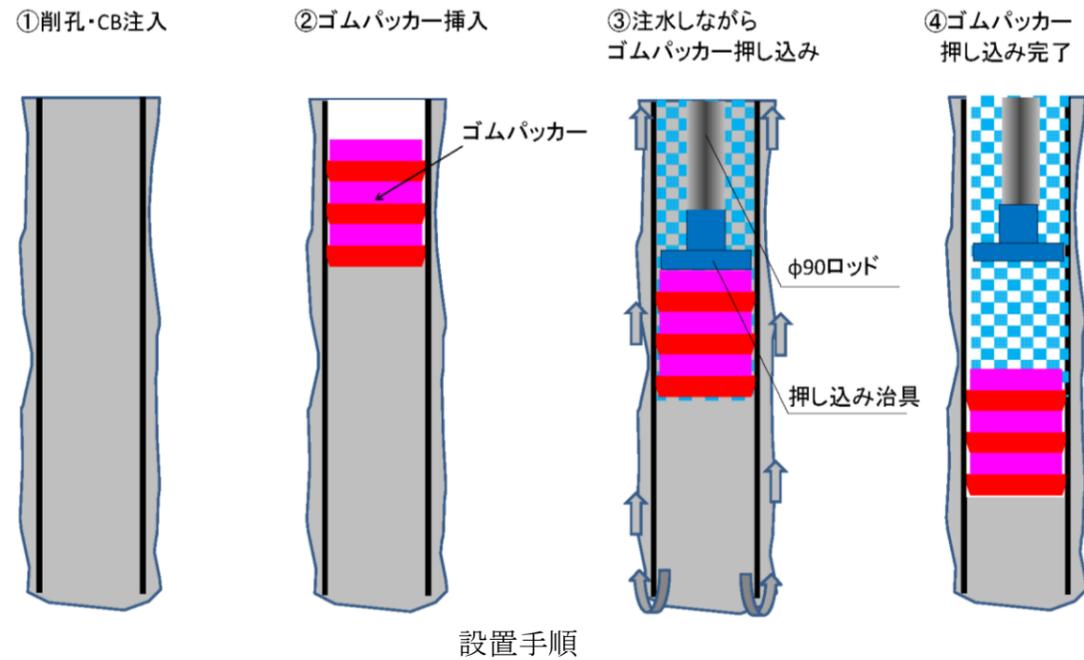


図 2 メカニカルパッカー止水の概要

## ■ゴムパッカー止水の概要



ケーシング内を移動させる際の磨耗について検証。  
 ゴムパッカーの性状に問題ないことを確認(長さ 1.5m のケーシング内を 20 回移動させ 30m 相当の挿入時の磨耗状況を確認)。

ゴムパッカー磨耗性試験結果		
ゴム種	20回 (30.0m)	20回後のゴム状況
φ138	磨耗なし 抵抗も変化なし ケーシング内の洗浄 状態も良好。	

図3 ゴムパッカー止水の概要

## ■リボーリング止水の概要

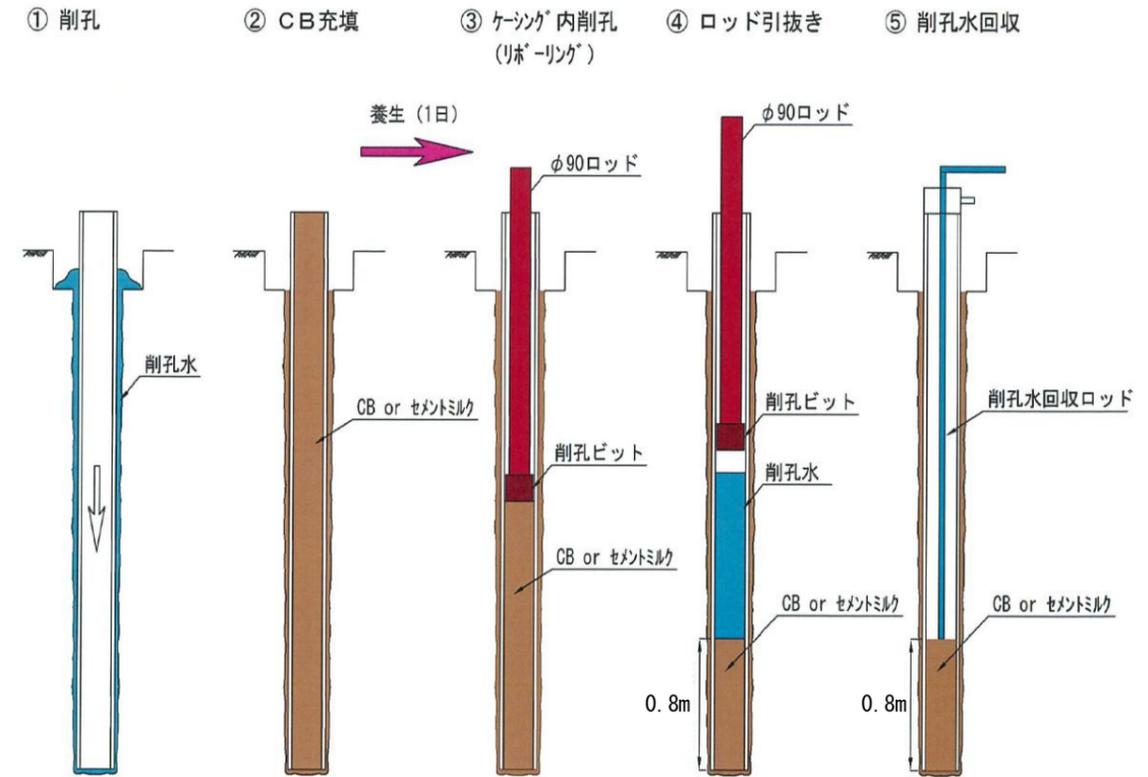
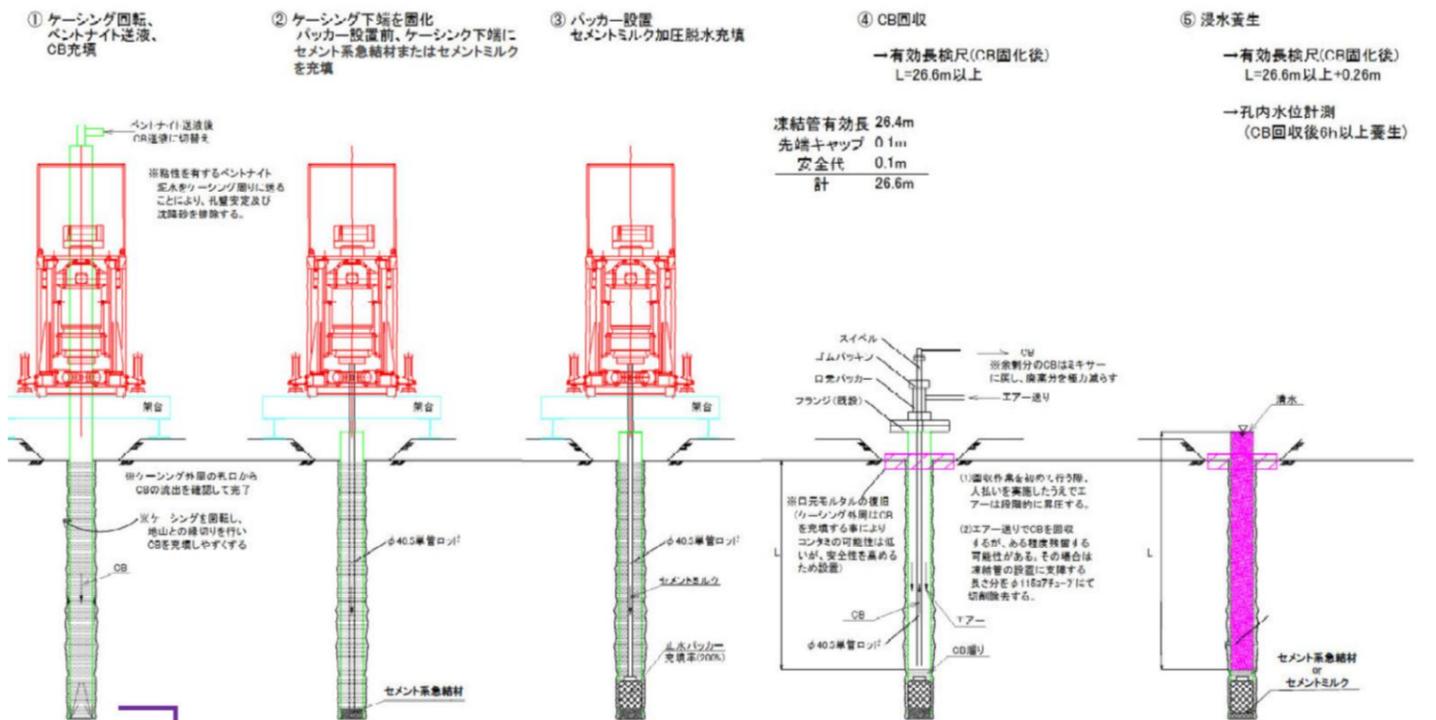


図4 リボーリング止水の概要

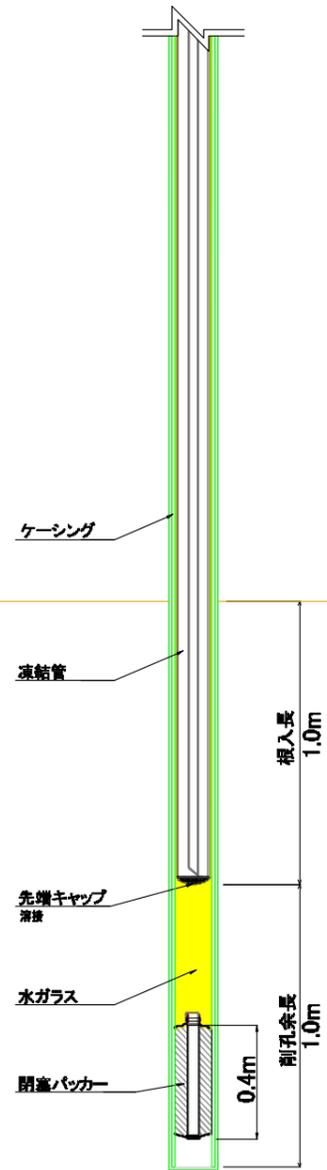
## ■参考: 三重管 A1 の止水手順



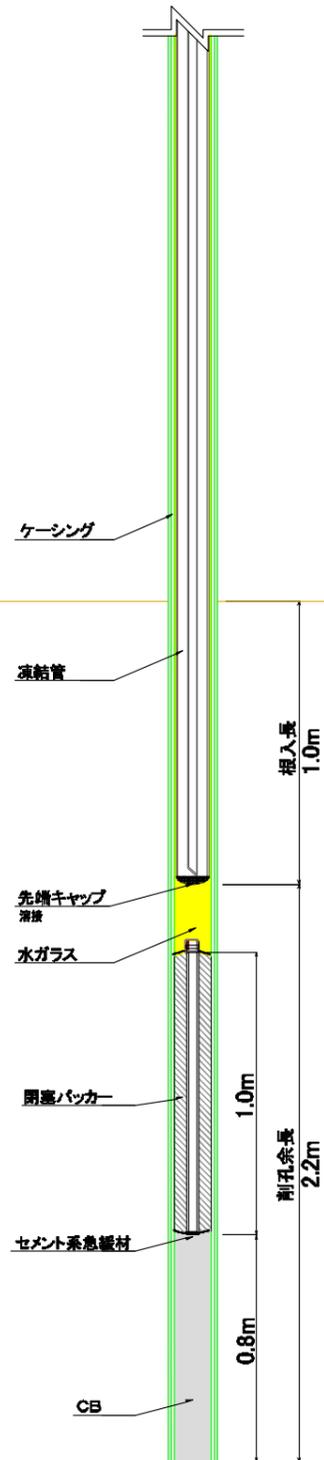
パッカー無し凍結管工法 ⇒ パッカーを省略し、ケーシング内に CB を充填したまま凍結管を建込み一体化する

# ケーシング底部詳細

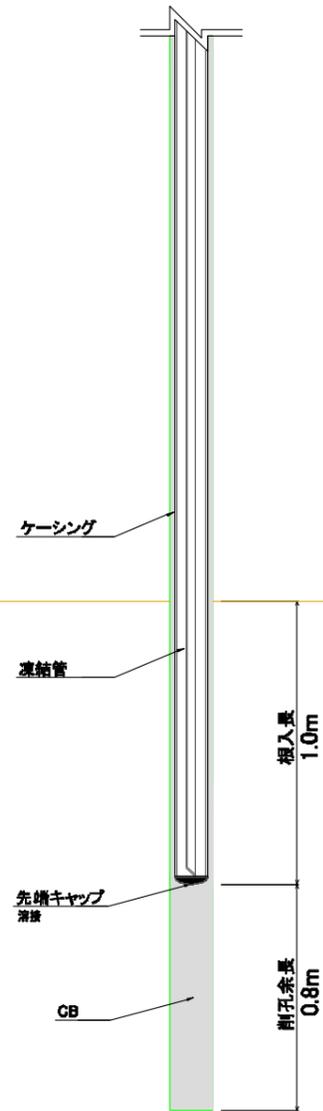
三重管(原案)



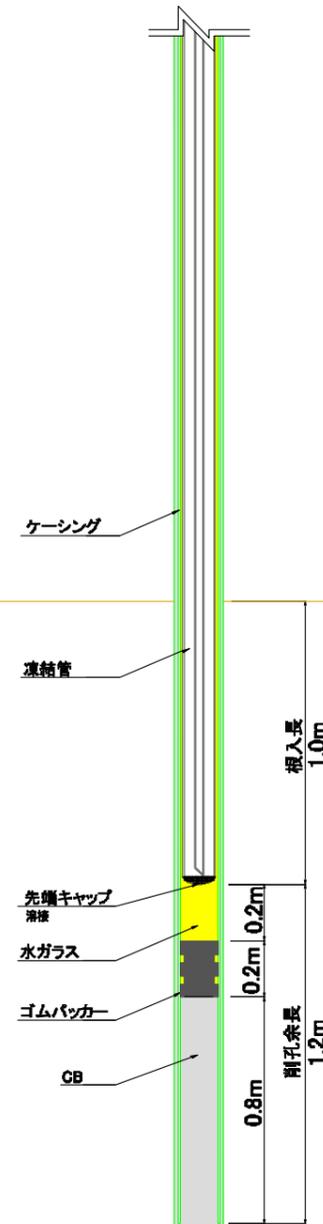
三重管 A1



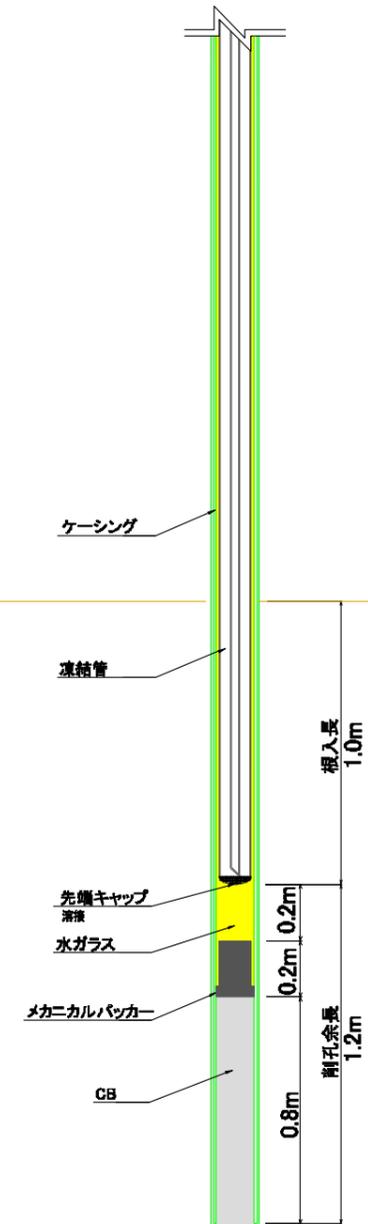
三重管 B



三重管 A2  
ゴムパッカー



三重管 A3  
メカニカルパッカー



粗粒砂岩層  
泥質部

## ■ 止水性確認結果と大規模実証事業への反映方針

止水後、時間経過と孔内水位を確認し、水位が上昇していないことを確認した。

表2 止水性の確認

孔番	凍結管				測温管				
	AT-1	AT-2	AT-3	AT-4	AS-1	AS-2	AS-3	AS-4	
仕様	テストパターン	①	①	②	③	①	①	②	②
	削孔機	ロータリー	ロータリー	パーカッション	パーカッション	ロータリー	ロータリー	パーカッション	パーカッション
	パッカー種類	メカニカル	メカニカル	ゴム	CBリボリング	メカニカル	メカニカル	ゴム	ゴム
	凍結管周りの充填材	水ガラス	水ガラス	水ガラス	水ガラス	CB	CB	CB	CB
作業工程	①削孔	4/2	4/4	4/12	4/14	3/28	4/1	4/10	4/11
	②ケーシング周りCB充填	4/4	4/5	4/14	4/14	4/1	4/2	4/10	4/12
	③パッカー設置	4/4	4/5	4/14	無し	4/1	4/2	4/10	4/12
	④CB回収	4/4	4/5	CB押し出し	孔内切削 4/16	4/1	4/2	CB押し出し	CB押し出し
	⑤凍結管建込完了	4/16	4/16	4/22	4/22	4/18	4/18	4/18	4/18
孔内水位測定	孔内初期水位	4/4 -27.22	4/5 -27.24	4/14 -26.80	4/16 -26.40	4/1 -27.20	4/2 -27.25	4/10 -27.43	4/12 -26.41
	孔内水位変化	4/5 -27.22	4/6 -27.24	4/15 -26.79	4/17 -26.40	4/2 -27.20	4/3 -27.24	4/11 -27.42	4/13 -26.40
		4/7 -27.22	4/8 -27.23	4/17 -26.78	4/19 -26.40	4/5 -27.20	4/6 -27.23	4/13 -27.41	4/15 -26.38
		4/9 -27.21	4/10 -27.23	4/19 -26.77	4/21 -26.40	4/9 -27.20	4/10 -27.22	4/15 -27.40	4/17 -26.36
		4/11 -27.21	4/12 -27.22	4/21 -26.76		4/11 -27.20	4/12 -27.21	4/17 -27.39	
		4/15 -27.21	4/15 -27.22			4/17 -27.20	4/17 -27.21		
止水判定	○	○	○	○	○	○	○	○	

### 考察

上記テスト結果を踏まえて、3パターンについて得られた知見を示す。

#### ①メカニカルパッカー+CB

止水性については良好な結果を得た。当初、ケーシング内に充填されたCB内に浮遊する砂分が回転接合部に噛み込み、止水不良を起こすのではないかと懸念されたが、問題無く回転接合できた。なお、本体施工では、貫通部や狭隘部で使用予定のロータリーマシン<sup>\*1)</sup>ではゴムパッカーを圧入できないことから、ロータリーマシン用として適用したい。

#### ②ゴムパッカー+CB

止水性については良好な結果を得た。当初、金型をおこして製作したゴムパッカーがパーカッションマシン<sup>\*2)</sup>で底部まで圧入できるか懸念されたが、問題無く所定の深度まで圧入できた。止水性能的には布パッカー+LW改良と同等の性能を有しており、施工面でもLW改良作業やセメントベントナイトCBの回収作業を省略でき、作業工程を短縮できる。従って、本体施工において、主たる改善工法として適用したい。

#### ③CBリボリング

止水性については良好な結果を得た。しかしながら、ケーシング内に充填したCBを固化させて、再度ケーシング内を削孔する必要があり、作業工程面では手間がかかりすぎることから、本体施工では適用困難と考える。ただし、当該手法は、底部パッカーに起因する止水不良が生じた場合の復旧策として活用できると思われる。

\*1)ロータリーマシン自重：2t、\*2)パーカッションマシン自重：12t 自重が小さいとゴムパッカーを圧入できない。

### 効果①：作業工程（サイクルタイム）の短縮

三重管A1の場合、凍結管1本あたり4.4方/本の施工期間が必要である。一方、メカニカルパッカー及びゴムパッカーは4.0方/本の施工期間となる。セメント系急結材の添加やCBの回収作業が不要となるからである。サイクルタイムの低減になり工程短縮効果が見込まれる工法であるといえる。

### 効果②：工数カットによる作業員の被ばく線量低減

ゴムパッカー（及びメカニカルパッカー）は削孔機械にて一連の作業の流れで設置することができ、先端LW改良などの工数をカットできる。これにより、作業人員を縮減できることから、工事全体をみて、作業員の被ばく線量を低減、すなわち安定的な作業体制を継続できる。

以上から、良好な凍結管底部止水性に加えて、工程短縮効果や作業員の被ばく線量低減効果が得られることから、底部パッカー改善案としてゴムパッカー（及びメカニカルパッカー）を採用したい。

\*)なお、本体施工へ本格的に適用するにあたっては、先行して施工する10本をモデル凍結管と位置付け、止水性やサイクルタイムの検証を行い、これを報告する。