

# 凍土方式遮水壁 閉合手順の検討 —凍土方式遮水壁大規模整備実証事業(その2)—

鹿島建設(株) 正会員 ○江崎太一 宇津野衛 田部井和人  
木田博光 深田敦宏 渡邊健治  
東京電力ホールディングス(株) 柴崎尚史 内山浩史 松鶴正則 及川兼司

## 1. 検討の目的

福島第一原子力発電所では、原子炉建屋周辺の地下水が建屋内に流入し、1日あたり約190m<sup>3</sup>の汚染水が発生している<sup>1)</sup>。汚染水の量を低減する対策として、既に実施済みの地下水バイパスやサブドレンによる地下水の汲み上げに加え、建屋への地下水流入抑制対策として、陸側遮水壁(以下、凍土方式遮水壁)による建屋の囲い込みが計画されている<sup>2)</sup>。

凍土方式遮水壁の全長は約1,500m、凍土造成量は約70,000m<sup>3</sup>に達し、国内では類を見ない大規模な凍土造成工事であり、凍土の閉合(隣り合う凍結管の間の地盤が完全に凍結し、連続した凍土の壁が構築されること(図-1))に際しては、通常の凍結工事よりも慎重な検討が必要であった。

従って、凍土方式遮水壁の造成に先立ち、大規模な凍土方式遮水壁を確実に造成するための閉合手順を検討した。

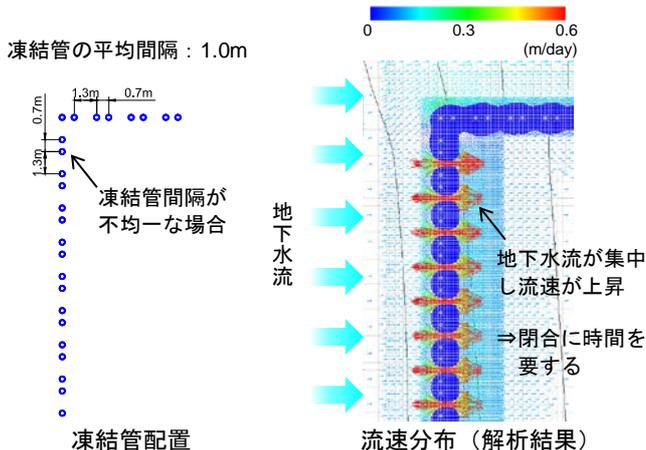


図-2 地下水流が閉合に及ぼす影響

大規模整備実証事業(以下、本事業)では、当初、早期閉合を目的として地下水上流側の南、北、西の3面を先行して閉合させ、続いて地下水下流側の東面を閉合させる案を検討した。この3面先行閉合案は、以下のようなメリットも考えられた(図-3)。

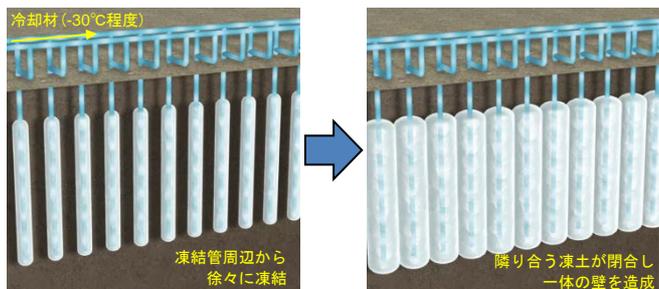


図-1 凍土造成イメージ

## 2. 凍土閉合手順の基本方針

凍土を結合させて長距離の壁を構築する際、部分的に閉合に時間を要する箇所(例えば凍結管間距離が周囲よりも広い箇所)があると、そこに地下水流が集中し、地下水遮断による堰上がりの影響も加わって局所的に地下水流速が大きくなり、閉合に長期間を要する恐れがある(図-2)。従って、長距離の凍土方式遮水壁を構築するには、全体を同じタイミングで凍結させるのが好ましい。

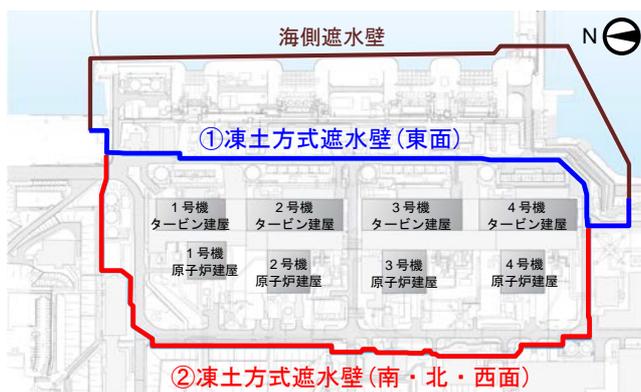


図-3 全体的な凍土閉合手順

- A. 地下水上流側を早期に閉合することにより、建屋内への地下水流入抑制という目的を早期に実現できる。
- B. 東面を造成する予定のエリア周辺には地中埋設物が多く、凍結管間隔が不規則になる箇所が多いため、閉合時間にばらつきが生じる可能性

キーワード 凍結工法, 遮水壁, 福島第一原子力発電所

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL 03-6229-6697

が高い。地下水の上流側を先行して閉合することにより、下流側では地下水流の影響が低減されることから、東面の凍土閉合の確実性が向上する。

しかし、原子力規制委員会特定原子力施設監視・評価検討会での議論の結果、建屋内外の水位逆転リスクを低減するため、東面の閉合とともに、南・北・西の3面は段階的に閉合する計画となった<sup>3)</sup>。

### 3. 確実な凍土の閉合方法

前述のとおり、長距離にわたり凍土方式遮水壁を造成し地下水流を遮断すると、凍土の上流側では堰上げが生じる。この堰上げによる影響を極力低減し、より確実な閉合を可能とする閉合方法を検討した。

図-4は、地下水流の影響を考慮した閉合方法の考え方を示したものである。ケース1は、地下水流が集中すると思われる箇所を先行して凍結開始し、その箇所を確実に閉合させて最終的に全体を閉合させる方法、ケース2は、地下水を通過させるための開口部を意図的に設けることにより堰上げによる地下水流速集中を低減させ、開口部以外を確実に閉合させた後に開口部を凍結して最終的に全体を閉合させる方法である。

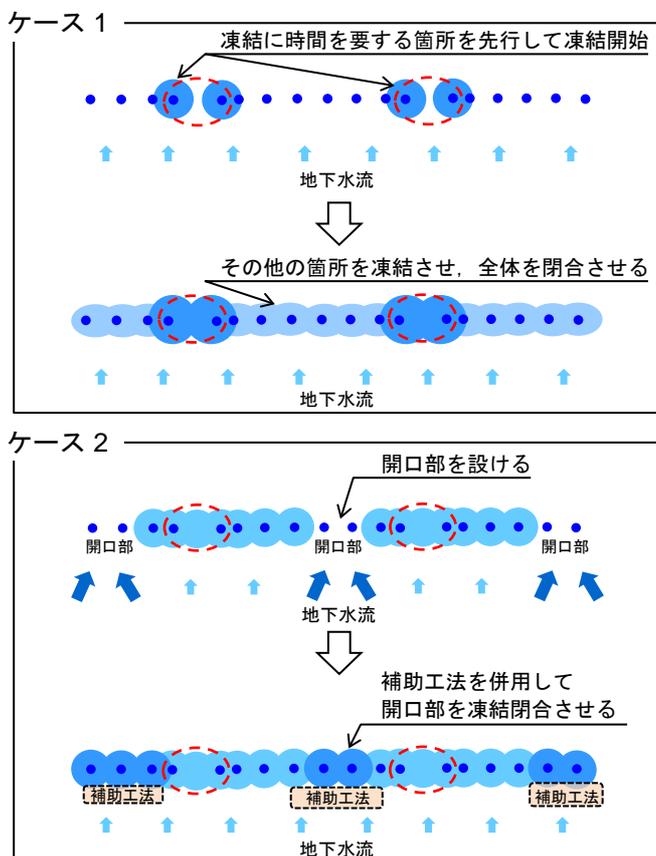


図-4 閉合方法

それぞれの閉合方法について、特徴をまとめた比較表を表-1に示す。計画段階での補助工法数量に大きな差があることから、ケース1の方が合理的な閉合方法であると考えられる。

表-1 閉合方法の特徴

	ケース1	ケース2
工法の概要	地下水流が集中しやすい箇所(凍結管間隔が広い箇所)を先行して凍結させ、その後全体を凍結閉合させる。	地下水を通過させるための開口部を意図的に設けることにより堰上げの影響を低減させ、開口部以外を確実に閉合させる。最後に開口部を凍結させ、全体を閉合させる。
施工性 補助工法	冷却材循環のタイミングを変える作業のみであり、計画上は補助工法を必要としない。従って、ケース2に比べて施工数量が少ない。 ○	開口部は地下水流速が速くなり、閉合に長時間を要すると想定されるため、基本的には全ての開口部に補助工法を必要とする。従って、ケース1に比べて施工数量が多く、全体の閉合に長時間を要する。 △
その他 特徴	埋設管交差部等、補助工法の実施が困難な箇所も先行して凍結させることにより、補助工法の確実性が向上するため、効率的に閉合させることができる。 ○	解析的検討の結果、堰上げによる地下水流集中の影響を十分に低減させるためには、多くの開口部が必要となることから、補助工法実施の観点より効率的とは言えない。 △

以上より、凍土方式遮水壁を閉合させる際は、地下水流が集中しやすい箇所、または補助工法の実施が困難な箇所等を先行して凍結開始し、続いて他の箇所を凍結し、全体を閉合させる計画である。

### 4. おわりに

閉合手順の決定にあたっては、凍土閉合の確実性のみならず、建屋内外の水位逆転リスクなど様々な観点からの検討が必要である。

特定原子力施設監視・評価検討会での議論を経て、最終的な閉合手順は、①(建屋内外の水位逆転リスク低減のため)東面、北面の一部、南・北・西の3面のうち地下水流が集中しやすい箇所を先行して凍結させ、②残りの箇所を段階的に凍結閉合させることとなった。

### 参考文献

- 1) 特定原子力施設 監視・評価検討会(第41回)資料3 <http://www.nsr.go.jp/data/000142215.pdf>
- 2) 凍土方式遮水壁大規模整備実証事業の概要 凍土方式遮水壁大規模整備実証事業(その1), 第71回土木学会全国大会年次学術講演会, 2016年9月
- 3) 特定原子力施設 監視・評価検討会(第40回)資料1-1, <http://www.nsr.go.jp/data/000139730.pdf>