

2014年1月27日

筒井哲郎

## IRID への技術提案 その4 凍土壁に代わる遮水壁

はじめに

日々建屋に流入する 400t の地下水流入抑制対策として、凍土壁を建設することが決まった。しかし、この規模の凍土壁は実績がなく、さまざまな不安要素があり、施工においても困難が予想される。そのリスクに備えて、「予防的・重層的な対策」すなわち長期間の使用に耐える粘土壁やコンクリート壁の建設を計画している。

凍土壁は、技術的信頼性、施工性、費用等について、無駄になる可能性が小さくない。本稿では、これらの点を明らかにして、凍土壁を取りやめ、確実な遮水壁が選択されるよう提案する。

なお、日本陸水学会も 9 月 20 日付で「福島第一原発における凍土遮水壁設置にかかわる意見書」を提出して凍土壁撤回を求める意見書を提出している（注 1）。

### 1. 凍土壁の問題点

以下に、筆者が懸念する凍土壁の問題点を挙げる。

- 1) 凍結工法はあくまで仮設工法として使われ、工事終了後は電源をオフにして、地盤を「元に戻す」ことになる。例えば、トンネル工事で非常に軟弱な地盤に遭遇した場合に、一時的にこの軟弱地盤を凍結し、トンネルを掘り進めるような使い方がその典型である。その規模は、数十～数百 m<sup>3</sup> が多く、単独施工の最大は 3,400m<sup>3</sup>、複合現場の累計でも 8,000m<sup>3</sup> が最大である（注 5）。しかるに今回は、1,400m（長さ）x30m（深さ）x1m（幅）=42,000m<sup>3</sup> であり一桁大きい。小規模な場合は、周辺の水圧のバラつきはなく、水流や温度のバラつきもほとんどない。トンネル工事が完成すれば電源をオフにすれば地盤をトンネル構造物が支えて、ほぼ元通りになる。
- 2) 今回は深さが 30m もあるので、深さ方向に水圧が異なる。また、深さ方向に温度も異なる。
- 3) 敷地全体に水流があって、地下水が陸側から海側に流れている。さらに、不圧地下水の層と被圧地下水の層があって、地下水の挙動が非常に複雑である。
- 4) 既に深井戸などで地下水の汲み上げが行われて流速の速い水道（みずみち）ができていいる可能性がある。速い流速は凍土壁形成に大きく影響する。
- 5) 原子炉建屋下流の海側地下水は温度が高まっている可能性がある。温度が一様で

ない場合には、凍土壁厚さを一様にするために、きめ細かいコントロールが必要である。そのための計測と管理を要する。全長にわたってそれを維持するには多人数の体制が必要である。現在先駆的に 10mx10m の範囲の試験を予定しているが、この規模の実験から 1.4kmx30m の規模の実施を推し量ることはできない。

- 6) 凍結工法の維持運転に失敗したとき、あるいは工事終了後の解凍時に出てくる問題点は種々予想される。たとえば、凍結されたり閉じ込められたりした汚染水が再び流出すること。不圧水層と被圧水層を隔てる第三紀（200～2200 万年前の地質時代）以来形成されてきた地層が破壊されて、地下水の流れが著しく乱されること、などである。そのほか、地層の乱れは、凍土形成中に結氷に伴う体積膨張によっても発生する。
- 7) 凍土壁の価格相場は 100 万円/m<sup>3</sup> であり、今回の要求が 4 万 m<sup>3</sup> 強であることを考えると、400 億円くらいが妥当なコストと思われる。当面の契約が 136 億円であって、責任範囲が曖昧な契約であるから、追加コストの要求が発生する恐れがある。さらに、業界関係者によれば、維持費は年間 100 億円とも言われている。
- 8) 凍結工法の施工業者には、(株) 精研とケミカルグラウト (株) の 2 社であり、需要の少ないニッチ市場であるために、両者とも熟練労働者は少なく高齢化している。大規模に動員することが困難である。
- 9) 建屋周辺は 4.5mSv/h の空間線量がある（入札条件にもこのことが明記されている）。この施工に不可欠な熟練作業員が枯渇して作業継続ができなくなる可能性が少なくない。冷却管設置をすべて機械で行うことはできない。とくに配管工事や伝熱材充填工事が必要であり、その作業は高線量域における熟練労働者が大量の作業をこなさなければならない。このことがネックになる可能性が高い。

そのほか、冒頭に紹介した日本陸水学会の意見書や同学会が参考にした海外の文献も凍土壁がこのように大規模な施工に適しないことを述べている。

## 2. 代案

しからば、従来の技術的に確立している粘土壁やスラリー連壁、コンクリート連壁などがその用を為さないであろうか。山側の数百 m ないし 1km 離れた範囲を囲うように施工すれば、その目的を達することができる（凍土壁であれ、従来型の連壁であれ、いずれの場合もフェーシングを併用することは前提である）。これら安定した工法は施工者の数も多く、コストも安く、長さが増えても現在の入札額程度で十分施工可能と見込まれる。なお、深さは 30m とし、その内部は建屋内とともに水位を下げて行き、最終的には建屋内をドライ化するものとする。

さらに比較すれば、凍土壁が失敗した時にはすべてを失うことになる。従来型の固定した壁の工法であれば、最初から効果が 100% に達しなくても、それに追加施工を加えて

じょじょに完成して行くことができ、着実に目的を達することができる。とりわけ、今日のように地下構造の解明が不十分であり、さらに建設時以来様々に地層に外乱を加えてきた歴史（注2）に鑑みると、リスクを承知で一発成功を求める賭けをすべきではない。財政支出の名目を辻褃合わせするために選んだ工法が、技術的冒険、コスト高、作業員の高線量被ばくなど、様々な不合理をもたらしている。しかも、汚染水漏れは今も日々続いていて時間的猶予がない。直ちに軌道修正すべきである。

### 3. 添付図

図1. 遮水壁位置図

図1. 汚染水タンク山側（上流）遮水壁案



(元図は 2013 年 9 月 7 日毎日新聞より)

注1. 日本陸水学会「福島第一原発における凍土遮水壁設置にかかわる意見書」

<http://www.jslim.jp/>

注2. 佐伯正治「福島原子力発電所土木工事の概要」I、II、『土木技術』第22巻9号、10号