

凍土壁という冒険

はじめに

福島第一原発の事故収束作業を困難にしているのは、毎日建屋に流入する400tの地下水である。この流入する地下水が溶融燃料デブリ冷却のために循環している冷却水と混合して新たな汚染水となるために、日々400tの汚染水貯留タンク容量を必要としている。敷地内汚染水タンクには、4月22日現在約45万トンが貯まっている（注1）。その負荷を減らすために地下水流入抑制対策が急務となっている。そして、320億円の国家予算を投じて凍土壁を建設する工事が6月2日に開始された。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ていた。政府・東電もそのことは認識しており、凍土壁の寿命は7年とし、その後には、「予防的・重層的な対策」として長期間の使用に耐える粘土壁やコンクリート壁の建設が必要としている。

凍土壁決定の動機は、技術的合理性に基づいたものではない。技術的信頼性、施工性、費用等について、無駄が少なくない。本稿では、これらの点を論証して、合理的な意思決定がなされることを求める。

なお、日本陸水学会も昨年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2）。また、東電の原子力改革監視委員会のデール・クライン委員長とイギリス原子力公社名誉会長のバーバラ・ジャッジ氏も「意図せぬ結果が発生しないか心配だ」と語っている（注3）。

1. 凍土壁選定の経緯

公開資料で跡づける限り、凍土壁選定の経緯は次のようである。

- 1) 汚染水処理対策委員会第1回会合(2013年4月26日)で、東京電力は陸側約500m上流に「連壁」を設けることを提案している(資料3-1)。そして、鹿島建設が建屋直近に「凍土壁」を設けることを提案している(資料3-3)。
- 2) 同委員会第3回会合(2013年5月30日)の資料に、凍土壁を選定した旨記載している。そして、次の記述がある。

「凍土方式による陸側遮水壁により長期間建屋を囲い込む今回の取組は、世界に前例のないチャレンジングな取組であり、多くの技術課題もあることから、事業者任せにするのではなく政府としても一歩前に出て、研究開発への支援やその他の

制度措置を含めて検討し、その実現を支援すべきである。」

この言葉の意味するところを 10 月 24 日における第 30 回国会エネルギー調査会（準備会）会合で、有識者らが資源エネルギー庁の原子力発電所事故収束対応室・新川室長に確かめた。その際に明らかになったことは、政府が支出できる予算は、平成 24 年度の補正予算中「研究開発費」であり、それゆえ既存の完成した技術は採用できず、未完成の技術を「これから開発する」という名目が必要であるから、敢えて凍土方式を採用する、ということであった（注 4）。

これは、汚染水対策という難題を解決するための技術選択として、わざわざ不確実な方法を選ぶという愚行である。

- 3) 資源エネルギー庁は、9 月 11 日付で「凍土方式遮水壁大規模整備実証事業」の入札公募を行った。予算は 136 億円、締切日は 9 月 24 日である。技術仕様については次の記載がある。

「平成 25 年度から 32 年度の 8 ヶ年にわたり研究開発を予定しています。…事業終了時点である平成 33 年 3 月末時点でどの段階まで達成するのか明記するとともに補助金対象期間である平成 26 年 3 月末時点でどの段階まで達成することを目標とするのか明記してください。」（注 5）

つまり、研究開発であるから、8 年後に完成する義務もない。通常設備を作る契約をするときは、完成後に性能保証や瑕疵担保責任を施工者が負うわけだが、この契約にはその種の保証条項がない。

納期や性能の保証もなければ設備の瑕疵担保責任もない無責任な契約である。受注者が「開発に失敗した」といえば、それで免責放免される契約である。

- 4) これに対して、応札者は東電+鹿島建設の JV だけで、応札金額は 136 億円、10 月に同 JV に発注が決定された。

もともと東電が自社設備の始末を放置・失敗して汚染水漏れが頻発し、それを見兼ねて国税から出費しようとしているのに、東電が受注者というのはモラル・ハザードも甚だしい。

金額は、その後さらに増額されて、320 億円になった。入札発注時に低額で契約しておいて、数ヵ月後の実験すら始まっていない時期に 2 倍以上の金額修正がなされたのは、はなはだ疑わしい事態である。

2. 凍土壁の問題点

2013 年 9 月の国際廃炉研究開発機構（IRID）による「技術提案募集」の時期から、「これらの対策が十分に機能しない場合のリスクを低減するため、予防的、重層的な対策を行うことが望ましい」といって、凍土壁を補完する遮水壁（スラリー壁、グラウト

カーテンなど)の技術提案を募集し始めた(注6)。以下には、筆者らが懸念する凍土壁の問題点を列挙する。

- 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 m³が多く、単独施工の最大は 3,400m³、複合現場の累計でも 8,000m³が最大である(注7)。しかるに今回は、1,400m(長さ) x 30m(深さ) x 1m(幅) = 42,000m³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) 一般的に、地表から 1～2m の深さは地下水がない。したがって、ここでは凍土壁はできない。また、凍土壁完成後に内部地下水レベルを下げた時も同様のことが起こる。
- 7) 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。
- 8) 凍土壁の価格相場は 100 万円/m³であり、今回の要求が 4 万 m³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。さらに、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。

9) 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老齢化している。大規模に動員することが困難である。

10) 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。

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。

3. 当事者の意見

では、この対策を推進してきた当事者たちはどう見ているのであろうか。

汚染水処理対策委員会の地下水の専門家である丸井敦尚委員は、去る 12 月 8 日に発売された雑誌にこう書いている。

5 月 30 日に汚染水処理対策委員会は「予防的かつ重層的な対策」が必要であると発表している。数々の記事で問題視されているように、「凍土壁」は長期間の利用に耐えないかもしれない。

もともと凍土壁は、廃炉に向けた建屋のドライアップのためのものであり、40 年間も使わないかと思われるが、それでも年には念を入れて既存の (安定した) 工法で凍土壁を取り囲む二重目の壁を作ることも検討されている (中略)。

凍土壁対策を発表するときに「この工法は廃炉に向けて建屋をドライアップするためのものであり、凍土壁工法は建屋周辺の地下水管理を最も安全に行うことができ、遮水性能も最も高い工法である (だからコストはかかる)。したがって、凍土壁を最初の対策工事に選んだ。しかし、数年後にはドライアップできるから、その後は重層的につくろうと思っている二枚目の壁に役割を引き継ぐので、凍土壁だけに長期間頼ることはない (注 8)。

5 月 30 日の報告書には、凍土壁が数年間の初期目的のものだという説明はなく、「個々の対応策が、想定どおりに機能しないリスクがあることを前提として、…追加的な対応策も含めて重層的に施策を進めることで、信頼性の高い全体計画とする必要がある」と、抽象論を述べているに過ぎない。

4. スターターとして何を選ぶべきか

以上の経緯を整理すると、詰まるところ、スターターとして何が最適かという問に絞られてくる。

当局者は、凍土壁の大規模開発がうまくいけば、短期間のドライアップまでの数年間の用を為す、といている。

しからば、従来の技術的に確立している粘土壁や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 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。

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 9）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る。直ちに軌道修正すべきである。

注1. 『朝日新聞』 2014 年 5 月 3 日

注2. 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3. 『東京新聞』 2014 年 5 月 2 日

注4. 国会エネルギー調査会（準備会）第 30 回
<http://www.isep.or.jp/news/5625>

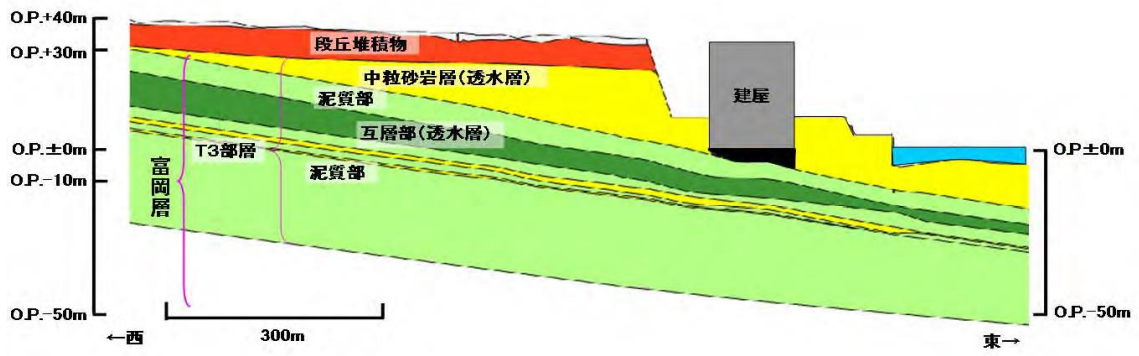
注5. 平成 25 年度「汚染水対策事業」に係わる補助事業者公募要領
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/tender/tenddata/1309/130911a/1.pdf>

注6. IRID「5.地下水流入抑制の敷地管理」P.2

注7. ケミカル・グラウト(株) 実績表
<http://www.chemicalgrout.co.jp/technical/icerock/jisseki02.pdf>

注8. 丸井「水に浮かぶ福島第一原発」『世界』 2014 年 1 月、臨時増刊号、P.55

注9. 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



[地質断面の概略 (出典：東京電力)]