

前回指摘事項と対応方針

各委員からのコメント	対応策
<p>(調査項目)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ヒートパイプ式冷却システムの検討(凍土の成長速度, 均一性など) ・曲線ボーリングを用いたヒートパイプ敷設の施工性の検討 ・高性能ヒートパイプの開発(人工地盤凍結に利用できるレベルの) ・二重管式以外の凍結方法が検討できないか <p>(ヒートパイプの利点)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ステンレス製, コルゲート管であり凍土圧に強い. 変形に追随する. ・パイプ自体が破損しても液漏れの危険は小さい. ・パイプの先端部にヘッダーを介して冷媒に接触させる(予定: 現実には存在しない)ので, 冷媒がパイプから土中に漏れて凍土を融解し, 埋設物横断個所などで放射性物質を拡散する事故の危険性は少ない. ・冷媒をパイプ内へ循環させる必要がないので, 循環経路が短くヘッドロスが少ない. ・道路融雪, 凍土倉庫の実績があり, 長期的耐久性は信頼できる <p>(ヒートパイプの課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・二重管と比較して高価である. ・自然冷熱を利用した凍土造成の実績はあるが, 人工地盤凍結工法での使用実績はほとんどない. ・二重管方式よりも冷却力が弱い可能性がある。(パイプ間隔の調整・本数の増加で対抗できるか?) <p>(ヒートパイプの利用方法)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・凍結パイプを二列配置(千鳥)する場合, 前列をヒートパイプ方式としてはどうか? ・凍土壁の閉合時に, 前列のヒートパイプで冷却された水流が後列の凍結パイプ(二重管)に流れるようにして, 水の粘性増加による流速低下, 水温低下による凍結の促進を図る. ・二重管を老朽化のため更新する際に, 予備の冷却システムとして利用できる. ・比較的フレキシブルであり, 埋設物下へ曲線ボーリングを使用して設置可能でないかと思われる. ・放射性物質を拡散する恐れのある個所では安心して使用できる. ・原発用地の上流側に設置して, 冬季の自然冷熱を利用した地下水冷却も可能である. 	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤の冷却区間は, 全長30mのうち蒸発部の約1/4のみ(凝縮部, 断熱部では冷却できない)であり, 地盤全体を満遍なく凍結できず, 二重管方式よりも冷却能力が小さい様です. ・人工地盤凍結工法での使用実績は確認できませんでした。
<p>ブラインの漏れだし検知方法について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ブラインが漏れ出して融解が始まっても凍土温度は上昇しないので温度センサーのみによる検知は容易でない. ※ブラインが漏れると温度は下降して, その後, 通水が始まると温度は上昇すると思われる. ・微量のブラインの漏れ出しと凍土融解の検知方法(とその必要性)の検討 ・凍土壁の修復方法の検討(薬液注入を含む) 	<p>実証試験を踏まえ, 検討するのが適当と思われます。</p>
<p>埋設物周辺での施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・埋設物に直接接触しない施工方法の検討 ・斜めボーリング, 曲線ボーリングによる凍結管(ヒートパイプ含む)の施工性を検討 ・埋設物を避けたり, 単に凍結管を貫通させる方法では, 水位上昇時に埋設物内を流水が流れる危険が生じないか, 埋設物と凍土壁(予定)の交差部では埋設物空洞部を事前に充填して(充填が許されるならば)おけば, 通常の凍結管の施工ができないか? 	<ul style="list-style-type: none"> ・埋設物と凍結管が接触しないよう, 埋設物調査を入念に行います. ・凍結管の貫通時, 埋設物内滞流水が漏れださない工法については, 実証試験を踏まえ, 検討するのが適当と思われます。
<p>軟岩の凍上試験・凍結融解実験(第1回議事録の内容に含まれる)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・軟岩の凍結膨張特性, 凍結時の脱水圧密, 融解時の透水係数変化 ・建屋周辺は埋め戻し土がかなりの割合を占めるので, 埋め戻し土についても上記試験を加える 	<p>実証試験を踏まえ, 検討するのが適当と思われます。</p>
<p>凍土による放射性物質の拡散防止効果の検討</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地盤中の揮発性物質では, 低温・凍結にすると揮発による拡散は大幅に抑えられる。(現地での放射性物質の存在形態が不明であるが)凍土壁を撤去する際に, 汚染されている土壌は凍結状態を維持したままで撤去する方が安全ではないか 	<p>現時点で建屋周辺の土壌が汚染されていることは確認されていませんが, そのような事態になった場合, ご提案のような方法もありうると考えます。</p>
<p>凍結対象地盤の凍上・凍結融解試験の実施</p>	<p>凍結対象地盤の凍結・融解に伴う周辺施設への力学的な影響評価をするために, 凍上試験や凍結融解試験を行い, 凍結対象地盤の凍結・融解時の挙動を確認する。</p> <p>実証試験を踏まえ, 検討するのが適当と思われます。</p>
<p>凍結対象地盤の凍土透水試験・凍結融解後の透水試験の実施</p>	<p>凍結対象地盤の凍土透水試験を高い浸透水圧が作用する状態で実施する。この際, 凍土の温度や凍土の厚さを変化させて透水試験を実施し, 凍結・融解に伴う凍土壁の透水性への影響を確認する。また, 合わせて, 地盤内の不凍水量の計測も行うことが望ましい。</p> <p>実証試験を踏まえ, 検討するのが適当と思われます。</p>
<p>周辺温度の変化に伴う凍土の性状に対する影響評価</p>	<p>地下水温度や地表面温度など周辺温度の変動などに対して, 凍土の性状(厚さ, 透水性など)が影響を受けるのか, 受けるとすれば, どのような要因が支配的になるのかについて確認する。また合わせて, 凍土環境の変動に影響を及ぼすと考えられる要因の排除方法について検討する。例えば, リチャージをする場合の注入水の水温, 地表面をフェーシングする際の断熱方法など温度変動を抑制する方法を検討することが望ましい。</p> <p>実証試験を踏まえ, 検討するのが適当と思われます。</p>

凍土壁厚さ減少時の対応に関する調査	地震により凍土壁にクラックが入ったり、冷却管が損傷したりするような場合には、一時的に凍土壁が所定厚さを維持できなくなることが予想されるが、その場合に薄層化した凍土壁を突き破って高圧の地下水が流入するようなことも想定される。地下水流に対する凍土壁の耐久性に関する調査についても検討されることが望ましい。	<ul style="list-style-type: none"> ・クラックが入ったとしても、潜熱凍結によりよりクラックは閉じると考えられます。 ・凍結管については、実証試験を踏まえ、検討するのが適当と思われる。
地下水観測体制の強化	観測井戸を複数深度の帯水層において敷地周辺部にも増設して、地下水観測を強化してほしい。その理由は、①これまでの東電資料はそのほとんどが解析結果を用いた推定であり、実測でないことから、一般市民の理解を得にくいと感じる。②事実として、陸側台地の水位を事前解析では地形面から-12m程度と推定していたが、汚染水漏えい事故の時に実測したら、地表面-5m程度であり、大きく違っていた。③遮水壁完成後も深部からの上昇してくる地下水が建屋に流入すると解析されているので、確認する必要がある。④海洋への汚染地下水流出が問題視されているので、実際のところを把握すべきと考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水観測地点を追加します。 ・実測に基づく地下水位分布は別紙のとおりです。
遮水壁のパターンの違いによる地下水流動のケーススタディ	地下水流動の観点から上下帯水層の水分移動も考慮した解析を事前にすべきと考えます。また、地下水流動解析に使うソフトは最低2種類(メインエンジンの違うもの:有限要素法と差分法など)以上とすべきと考えます。	<ul style="list-style-type: none"> ・上下帯水層の水分移動を考慮した地下水流動解析を実施いたします。 ・解析には実績のあるDトランスを使用しますので、解析結果の信頼性は十分あると考えますが、検証が必要であるとなった場合は、別途検証いたします。
モニタリング方式の検討	地下温度は凍土の確認のほか地下水流動の指標ともなるので、遮水壁の構築にあわせてモニタリング体制の検討(何をどこで測るか)すべきと考えます。	実証試験を踏まえ、検討するのが適当と思われる。
海域への漏水(汚染地下水流出)観測	世間の注目ポイントであり、無視できないと感じます。会議でも話しましたが、海中の遮水矢板の外側の堤防あたりで観測井戸を設けることや海中にモニタリングポイントを設定して連続観測することなども検討してほしいと考えます。	海域観測の中で検討いたします。
多重バリアの検討	解析だけでいいのですが、凍土遮水壁のすぐ外側に矢板による遮水壁を作った場合、凍土で地下水コントロールができれば、その後は維持費が安価な矢板にできるとか、矢板がより安全な遮水壁として機能するかなど検討だけでもしてほしい。	凍土以外の方法についても検討いたします。
凍土実験	トンネルのような構造物を囲んで凍結するときの一部で地下水流れが速くなると懸念されていたが、これは事前にF1以外のところで模擬実験をすべきと考える。放射線量の少ないところで、解析通りに地下水が動くかなど確認しなくてはいけない事項がたくさんある。	実証試験を踏まえ、検討するのが適当と思われる。
<p>実地盤での凍結状況を把握すると共に、地盤の熱伝導率および地下水のダムアップ挙動を考察するデータ、地下水流が凍土壁形成に与える影響を考察するデータ等を得る</p> <p>被圧地下水の評価にも関連しますが、(できれば)本設の一部(山側中央部)に添付資料に示すような配列でできる限り多くの凍結管を施工し、凍土が連続しない程度の冷媒温度でまず凍結を実施する</p> <p>添付資料に示すような位置に温度計および水圧計を設置し、凍土壁成長に伴う地盤温度および地下水圧の変化を計測する</p> <p>熱的定常状態に近づいた時点(温度変化が無くなった時点:時点A)で凍結管からD/2の距離に設置している測温管を凍結管として使用し、既往の冷媒温度で冷媒を循環する</p> <p>実験はできれば温度変化が無くなるまで継続する(時点B)</p> <p>(時間が許せば)地表を断熱し気温の年較差が凍土壁上部の成長に及ぼす影響を評価す</p> <p>現場実験とは別に地盤の熱伝導率を室内試験で求めることができればベター</p> <p>時点AおよびBに於ける測温データと温度計間の距離から(見掛けの)熱伝導率を求める</p> <p>実験開始時点および時点AおよびBの水圧データからダムアップの挙動を考察する</p> <p>時間に余裕があれば凍結を停止し、地盤の温度変化から凍土壁の融解状況を推定する</p>		実証試験を踏まえ、検討するのが適当と思われる。

地下水位分布 (OP+m)

