

低レベル放射性廃棄物埋設センターの1号埋設地6-C埋設設備
における廃棄体の浮き上がり事象について（概要）

1. はじめに

平成21年6月24日、低レベル放射性廃棄物埋設センターの1号埋設地6-C埋設設備において、敷モルタルおよびポーラスコンクリート板の設置作業の準備作業として、コンクリート製の仮蓋（以下、単に「仮蓋」という。）を取り外したところ、廃棄体（ドラム缶）1本が浮き上がり、一部が露出していることを確認した。本事象の原因および対策並びに他の区画について異常がないか確認した結果について報告する。

2. 発生状況等

1号6-C埋設設備m区画の南側中央位置において、廃棄体1本が浮き上がり、一部が充てん面より露出していた。また、スペーサーブロック^{（注1）}3体が所定位置からずれ、そのうち2体が充てんモルタル面から一部露出した状態であった。（図-1）

なお、浮き上がった廃棄体は、その後の掘り出し工事で整理番号「0882296JG3A」（アスファルト固化体：重量285kg）と確認している。

（注1）：覆いと廃棄体との間に所要の充てん材厚さ（40cm以上。以下「ホワイトゾーン」という。）を確保するためのコンクリート製のブロック。仮蓋にプーリングボルトで吊り下げ・固定した状態で埋設設備上に設置し、充てん時に廃棄体が一定レベルより上に浮き上がらないよう上から押さえ込むことにより、ホワイトゾーンを確保する。（図-2）

（浮き上がり廃棄体の取扱い実績および浮き上がり箇所の実績）

時 期	内 容
平成20年10月28日	廃棄体受入れ
平成21年 1月30日	廃棄体の外観検査
平成21年 2月 2日	浮き上がり区画へ定置（8段-5列-4行の位置）
平成21年 3月23日	浮き上がり区画の充てん
平成21年 6月24日	敷モルタル・ポーラスコンクリート設置作業のための仮蓋開放時に浮き上がりを発見。汚染確認の結果汚染なし。

3. 浮き上がりの原因

（1）考えられる原因の抽出

廃棄体の浮き上がりは、次表のとおり、浮き上がり防止措置の欠陥、または喪

失の何れかにより、浮き上がり防止機能が働かなかったことに起因したと判断できることから、具体事象を想定・抽出した。

考えられる浮き上がりの原因

区 分	原 因
浮き上がり防止措置の欠陥	①設備構造（スペーサーブロックの配置）上、廃棄体が浮き上がる隙間が存在した。
	②定置した廃棄体の径が小さかった。
浮き上がり防止措置の喪失	③スペーサーブロックが破損し、脱落した。
	④スペーサーブロックが施工不良により脱落した。

（２）抽出した原因の評価

抽出した具体事象について、実際に浮き上がりに至った可能性があるかどうかを浮き上がり箇所の調査、設備構造・施工記録の確認、関係者への聞き取り調査により確認した。（スペーサーブロック取付けからプーリングボルト取外しに係る作業概要は図－３参照）

①設備構造（スペーサーブロックの配置）上、廃棄体が浮き上がる隙間が存在した

スペーサーブロックが所定の位置に取付けられている限り廃棄体がすり抜ける隙間は存在しない。よって、原因とはならない。なお、平成13年に発生した2号埋設設備での廃棄体浮き上がり事象は外周仕切設備に面した廃棄体が外周仕切設備とのホワイトゾーンを確保するための側壁廃棄体支持架台とスペーサーブロックとの間に廃棄体がすり抜ける隙間が存在したことに起因し発生した事象である。しかし、今回の浮き上がり区画では側壁廃棄体支持架台に嵩増しブロック及びスペーサーブロックには張出し金具を取付けて側壁廃棄体支持架台とスペーサーブロックとの間の隙間を狭くする対策を既に実施していることから、今回の事象は平成13年の事象と同じ原因とは考えられない。

②定置した廃棄体の径が小さかった

当該廃棄体に用いている容器は搬出元の記録からJIS規格に適合したドラム缶であることを確認しており、この原因により浮き上がったとは考えられない。

③スペーサーブロックが破損し、脱落した

計算により十分な強度を有していることおよび定置作業日に外観異常のないことを確認しており、さらに、浮き上がり場所から取出した当該スペーサーブロック（全3体のうち2体と残り1体の一部）を確認した結果、スペーサーブロックに割れ等の痕跡はなく、また、プーリングボルトねじ込み部にも異常は認められなかった。よって、スペーサーブロックが破損し、脱落したことにより廃棄体が浮き上がったとは考えられない。

④スペーサーブロックが施工不良により脱落した。

スペーサーブロックが脱落し浮き上がり防止措置が喪失する可能性がある作業は、スペーサーブロックを吊り下げているプーリングボルトを操作する作業に限られる。作業を行った協力会社に対して聞き取り調査を行った結果、当日の作業状況から誤ってプーリングボルトを緩めた可能性があることがわかった。(図-4)

(3) 原因のまとめ

以上より、本浮き上がり事象の原因は、(2) ④に係る、プラグ挿入・締付作業において作業員が誤ってプーリングボルトを操作したことによって、プーリングボルトで吊り下げられたスペーサーブロックが脱落したことにより浮き上がり防止措置が喪失し、その状態で充てんを行ったために発生したものと考えられる。プラグ挿入・締付作業における原因は次のとおりである。

- ①プラグの締付け・緩めを繰り返さなければならないなど、運用でカバーしていた部分があったのに手順書やホールドポイント(次工程に移行する前に検査などにより問題ないことを確認するポイント)の見直しをせずに放置していた。
- ②プラグ挿入穴が錆ていたのに手入れをしていなかった。
- ③協力会社との定例の工程打合せは、工程中心の内容であったため、協力会社からは問題点を言い出しにくかった。
- ④スペーサーブロック、プーリングボルトの構造、重要性について教育を実施していなかった。このため、作業員はプーリングボルトを緩めるとスペーサーブロックが脱落することを理解していなかった。
- ⑤プラグのヘッド部とプーリングボルトのヘッド部の形状・寸法が同じであり、同じ径のインパクトレンチでの操作が可能であった。

プラグ挿入・締付作業における原因は以上のとおりであるが、当社は当社の作業管理として定置等作業状況の確認、ホールドポイントの確認のために当社社員を立ち合わせていた。しかしながら、本事象が発生したということはその当社社員の立会うホールドポイントの設定及びその確認項目が不十分であったということである。

また、当社埋設設備は現場作業に多くの人間が関与していることから、作業に関わる人たちにルールや作業の目的、重要性が理解されたうえで作業が実施されていることを常に確認しつつ、手順書や教育内容の見直しなどをしなくてはならなかった。トラブルに至らないヒヤリハットについても、報告・連絡・相談の徹底とあわせて、ノウハウとしての集積を行うべきであった。

しかし、当社社員は、定常業務についてはこれまで大きな問題が発生してこなかったことから、ヒヤリハットをはじめとして作業状況の変化を認識する意識が低下し、協力会社の監督者が十分管理しているものとして考え、依存してしまう気持ちがあったため、運用でカバーしていた部分を見過ごすなど作業立会い者としての意識が低下していた。その結果として、作業手順のホールドポイントを的確に見直すなど、組織として継続的に向上を図るべきところが十分に機能してい

なかった。

一方、協力会社と一体になって作業を遂行する観点から、協力会社へも作業の重要性を共通認識させることが重要であったが、作業手順のみの教育であり、作業および作業する設備構造の重要性の教育を行っていなかった。また、協力会社とのコミュニケーションも不十分であったことから、協力会社からの現場作業における問題意識を組織として把握できなかった。

4. 浮き上がりの再発防止対策

プラグ挿入・締付作業において、プーリングボルトを緩める可能性に対する対策として、以下の対策を実施する。

(1) 設備的な対策（原因の⑤に対応）

- ・インパクトレンチによる誤操作を解消するため、プラグのヘッド部の形状・寸法を変更する。

(2) 工程の見直し（ホールドポイントの設置）に係る対策（原因の①に対応）

- ・充てん作業直前に上部スペーサーブロックの接続状況を確認する。

(3) 保守面の対策（原因の②に対応）

- ・コンクリート仮蓋のプラグ挿入穴を定期的に点検・整備する。

(4) 教育に関する対策（原因の④に対応）

- ・作業員へ作業の目的、重要性を理解させるため、上部スペーサーブロック、プーリングボルトの構造、重要性に関する教育資料を作成し、教育を実施する。

(5) 作業手順書の見直しによる対策（原因の①, ③に対応）

- ・プラグ挿入済みか未挿入かの識別について、手順書に定め、これを徹底する。
- ・途中で作業員が交代した際に引継ぎを明確に行う手順について、手順書に定め、これを徹底する。
- ・締付け時はハンドライト等を使用し、挿入穴にプラグがあることを確認する旨を手順書に定め、徹底する。
- ・工程打合せ等で協力会社から意見を吸い上げ、手順書に反映する。

5. 水平展開

今回の事象が発生した背景としては、作業状況の変化を認識する意識の低下によりPDCAが十分機能していなかったこと、協力会社との作業の重要性の共通認識が十分でなかったことがあるため、基本である報告・連絡・相談を徹底し、これまで不十分であったホールドポイントの見直しおよび教育内容については、以下のとおり、業務フローに関するチェックと改善のアクションを実施するとともに、教育内容の充実化を図っていく。

(1) 工程及び作業手順の見直しの水平展開

今後の作業にあたっては、発生しうる問題点を洗い出し、運用でカバーしている点がないかを確認し、工程および作業手順の見直しを行い、見直されたホールドポイントについて確認の項目を明確にするとともに当社としての作業管理を

充実させる。

(2) 教育に関する水平展開

(1) で抽出された変更を教育に取り込むとともに作業の目的、背景がより理解されるよう教育資料を見直していく。

また、作業管理を行う当社社員には、過去のヒヤリハットを含めトラブル事例を教材に、よりの確に作業管理が行えるよう教育していくとともに、作業管理意識の向上を図っていく。

6. これまでに充てんした区画の妥当性確認

(1) 非破壊探査

直接的な確認として、電磁波レーダ法による非破壊探査可能な全17区画についてスパーサーブロックが正常に配置されていることを目視確認するとともに充てん面から電磁波レーダ法による探査を実施した結果、上部ホワイトゾーン、側壁部（南北面、東西面）のホワイトゾーンに問題ないことを確認し、スパーサーブロックなどホワイトゾーンを確保するための設備を設計どおり設置した状態でモルタル充てんがなされれば、ホワイトゾーンは確保されることを確認した。

(2) 記録確認

間接的な確認として、施工記録、検査記録の確認を非破壊探査を実施した区画を含む全634区画について実施した。平成13年度浮き上がり事象発生時に行った定置済み廃棄体の重量バランス計算・評価を行った結果によってスパーサーブロックが所定の位置にあれば、浮き上がりは発生しないことを確認しているため、健全性の確認方法として、3. で示したとおりスパーサーブロックが設計どおり設置されていることを調査することとした。

充てん前はスパーサーブロックがプーリングボルトにより仮蓋に固定されていることを確認しており、充てん時は、モルタル充てん面がスパーサーブロック上端と同じになるよう充てんレベル管理を行い、充てん後には、全ての区画で敷モルタル作業実施前に当社社員または協力会社社員が充てんモルタル表面を目視確認している。敷モルタル作業実施前の目視記録には、廃棄体の浮き上がりやスパーサーブロックが所定位置に存在しないことを示唆するような記載はなかった。さらに、スパーサーブロックやプーリングボルトについても変形、破損等の異常は認められなかった。

また、上部スパーサーブロックの製造記録に問題はなく、操業開始以降、現在までに上部ホワイトゾーン確保に係る施工手順は変わっておらず、各区画の施工記録に問題は見出せなかった。なお、平成13年度浮き上がり事象発生時には、既に充てんが完了していた1号及び2号埋設設備の各区画の俵積みした列ごとの断面について、充てん作業時に廃棄体が移動して側壁廃棄体支持架台とスパーサーブロックとの間をすり抜ける可能性に関する定置済み廃棄体の重量バランス計算・評価を行った結果、浮き上がり事象の発生した箇所を除き、問題のないことを確認している。

以上より、これまでに埋設し、充てんした全区画について、所定のホワイトゾー

ンが確保されていると判断する。

なお、敷モルタル作業実施前の充てんモルタル表面確認時等に測定した充てん面表面の線量当量率は、設計で想定した線量を十分下回っていることを確認している。

7. まとめ

今回の浮き上がり事象は、平成13年に発生した2号埋設設備での浮き上がり事象とは異なり、プラグ挿入・締付作業において、作業員が誤ってプーリングボルトを緩めたことに起因し発生したものと推定する。また、これまでに埋設した区画について所定のホワイトゾーンが確保されていることを確認した。

今後の充てんにあたっては、策定した再発防止対策を確実に実施する。

以上

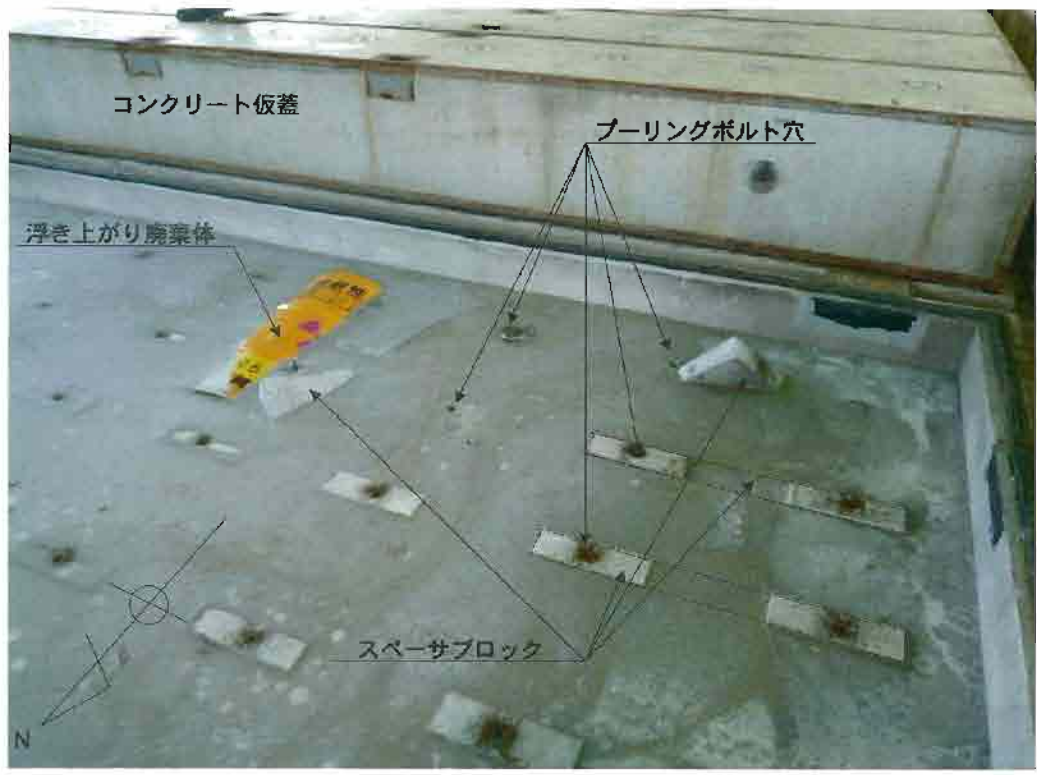
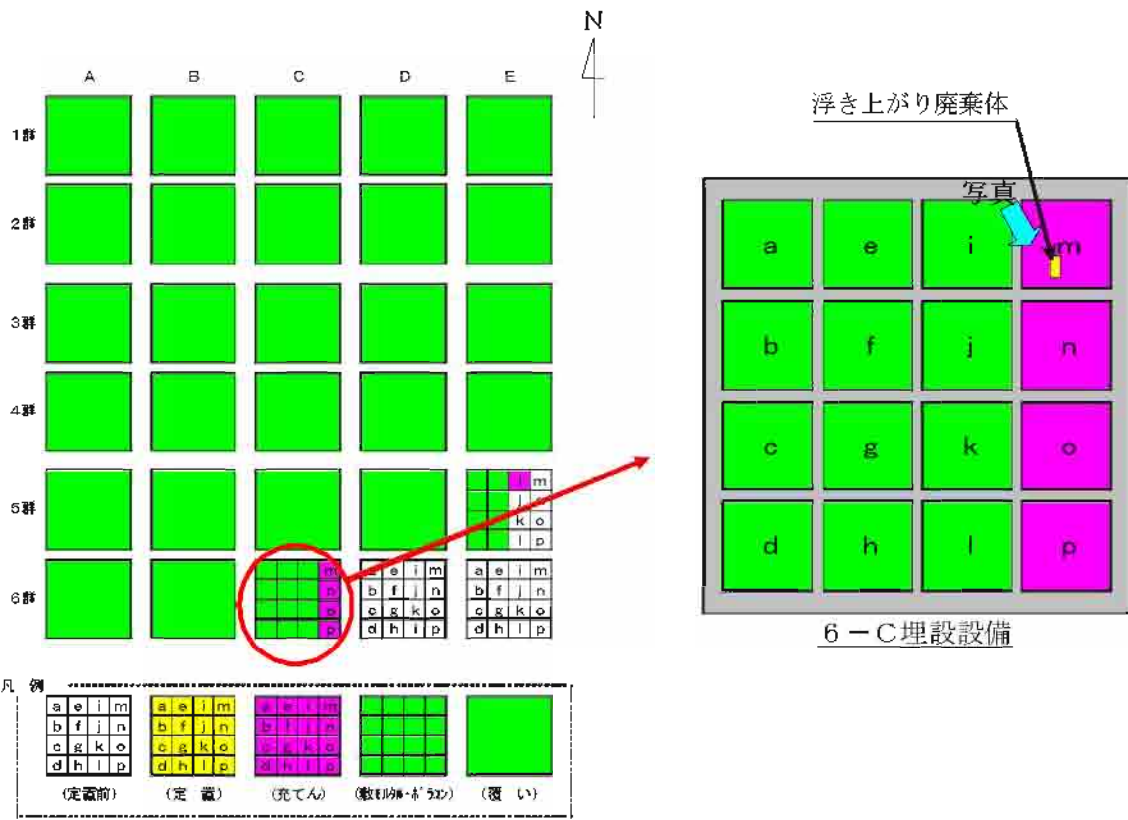
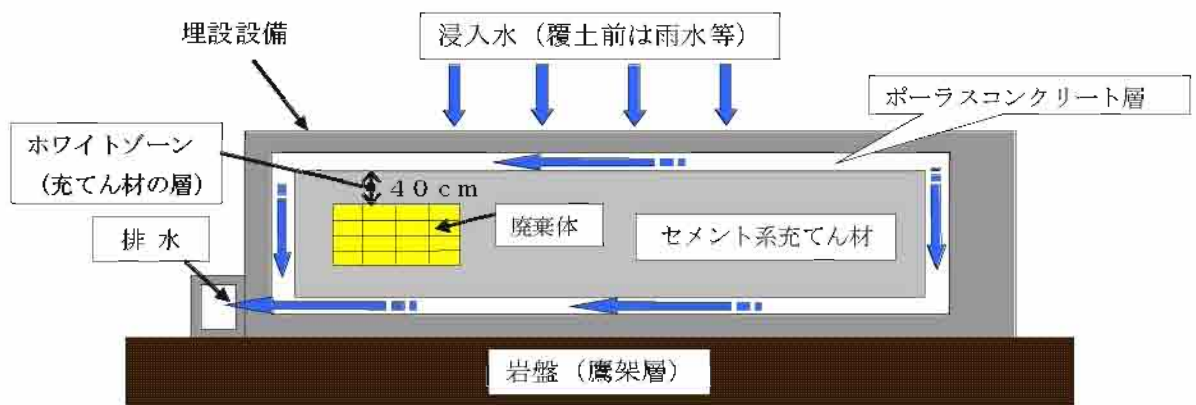


図-1 浮き上がり状況



<埋設設備の放射能の漏出抑制の仕組み>

設備に浸入した水を排水するためのポーラスコンクリート層を設けるとともに、ポーラスコンクリート層と廃棄体との間に充てん材の層（ホワイトゾーン：40 cm）を確保し、放射能を閉じ込める構造としている。



ホワイトゾーン確保の具体構造

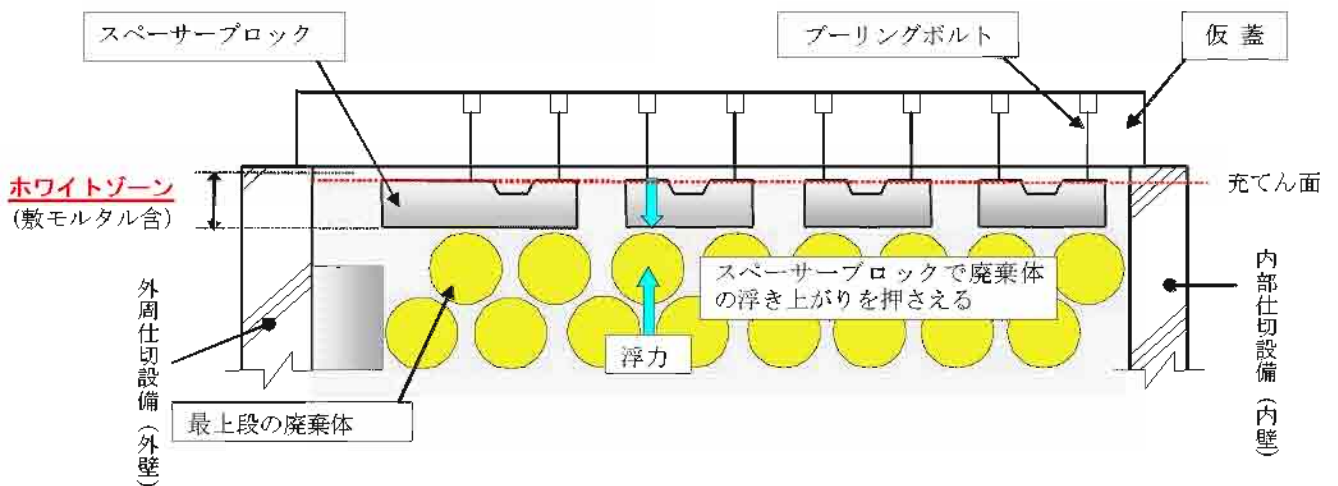
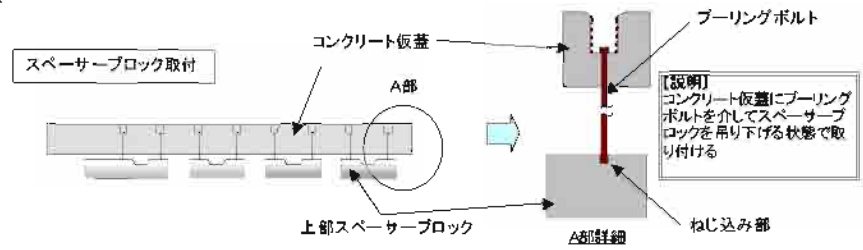


図-2 スペーサーブロックによるホワイトゾーン確保の構造

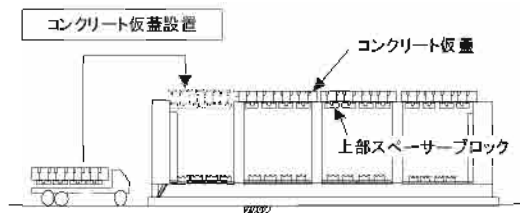
1. 仮蓋へのスペーサーブロック取付け

- ① 上部スペーサーブロック受入れ
- ② 上部コンクリート仮蓋へのスペーサーブロック取り付け



2. 埋設設備への仮蓋設置

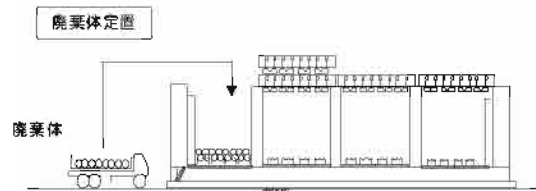
- ① 鋼製仮蓋の撤去・運搬
- ② コンクリート仮蓋の積込み・運搬
- ③ コンクリート仮蓋吊り込み
- ④ コンクリート仮蓋設置



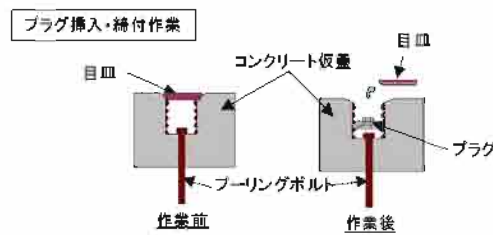
コンクリート仮蓋吊り込み

3. 定置

- ① コンクリート仮蓋取外し・仮置き
 - ② 区画内の確認
 - ③ 廃棄体定置
 - ④ コンクリート仮蓋設置
 - ⑤ プラグ挿入・締付
 - ⑥ 目皿取取付け
 - ⑦ 防水シート設置
- ↑ 充てん準備作業 ↓



コンクリート仮蓋仮置き

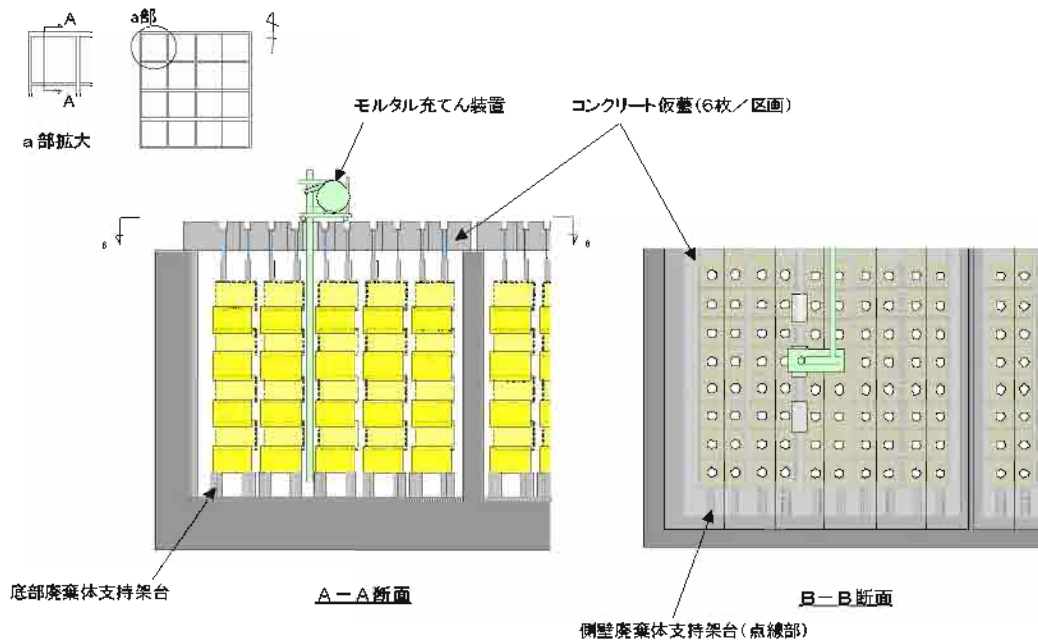
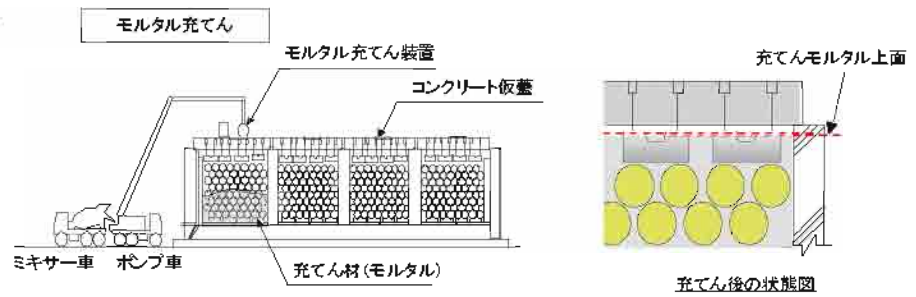


プラグ挿入・締付け

図-3 上部スペーサーブロックの取り付け～ブーリングボルト取外しに係る作業概要(1/2)

4. 充てん

- ①区画内の確認
- ②充てんモルタルの流動性確認
- ③モルタル充てん



5. プーリングボルト取外し

- ①目皿・プラグ取り外し
- ②プーリングボルト取外し
- ③目皿取付け

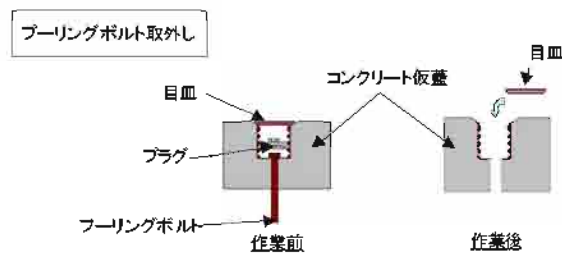


図-3 上部スペーサーブロックの取り付け～プーリングボルト取外しに係る作業概要(2/2)

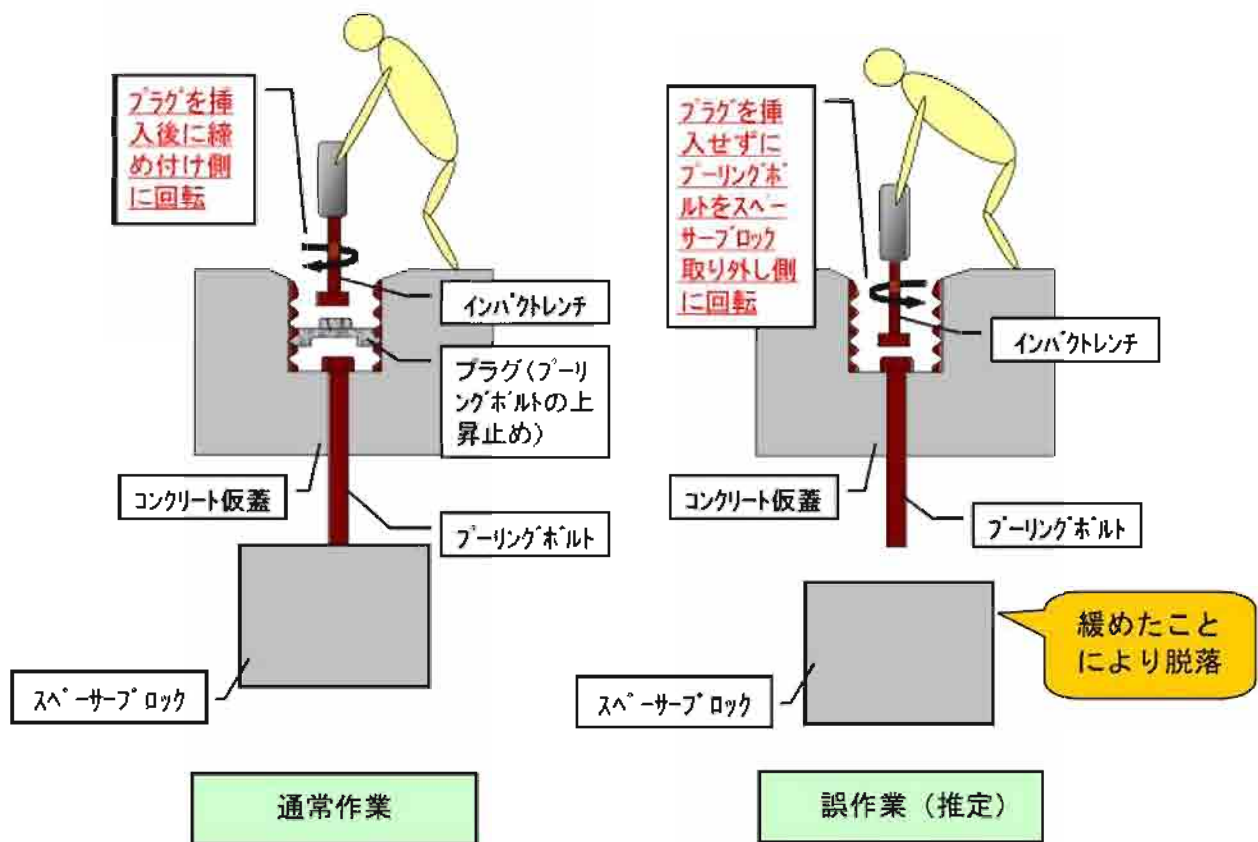


図-4 プラグ締め付け作業における誤作業(推定)イメージ図