

港湾内放射性汚染物質の被覆・封じ込め

1F 港湾内海底土被覆工事の概要

橋 本 敦・斎 藤 奨 司・小 松 広 季

東日本大震災により被災した福島第一原子力発電所の専用港湾内の海域は、拡散した放射性物質で汚染されていた。汚染された海底土の巻き上がりによる港湾外への拡散を早期に抑制すること、かつ長期にわたる拡散抑制機能を維持することを目的として、2種類の異なる被覆材を開発し、2層に分けて港湾内全域の海底土被覆工事を実施した。

キーワード：東日本大震災、福島第一原子力発電所、被覆材、海底土被覆

1. はじめに

東日本大震災により被災した福島第一原子力発電所（以下、1F と記す）の専用港湾内の海域は、原子炉建屋からの爆発飛散物や汚染水の漏洩等により、拡散した放射性物質が海底に堆積する土砂と混ざり合うなど、港湾内全域が汚染されていた。従って港湾内の放射性物質の拡散を早期に抑制することは喫緊の課題であり、それを目的として海底地盤を固化処理改良土により被覆することで、放射性物質の拡散を抑制する工事を実施した。

本報文では、このような未曾有の問題の解決に向けてどのような取組、対策を進めたかについて概要を報告する。

2. 工事概要

(1) 施工期間

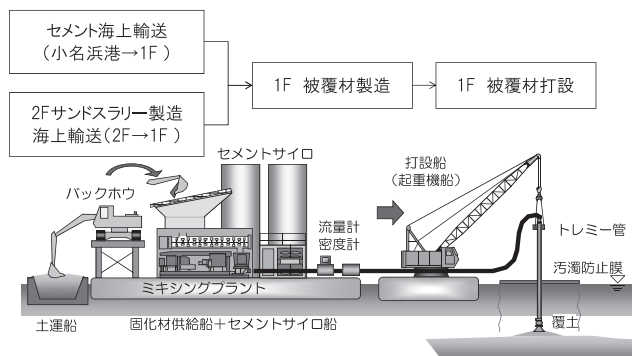
2014 年 5 月～2016 年 12 月

(2) 施工面積

180,600 m²：港湾内全域

(3) 施工フロー・方法

福島第二原子力発電所（以下、2F と記す）敷地内の物揚場にプラントを設けて製造したサンドスラリーを土運船に積込み、1F 専用港湾に海上運搬する。1F では、固化材供給船にてセメントを添加し、混練した被覆材を起重機船まで配管圧送し、海底面に打設（被覆）する（図—1）。施工状況を写真—1～4 に示す。



図—1 施工フロー・概要（1F）



写真—1 施工状況（2F サンドスラリー製造プラント）



写真—2 施工状況（2F→1F 土運船海上運搬）



写真—3 施工状況（1F 固化材供給船，圧送）



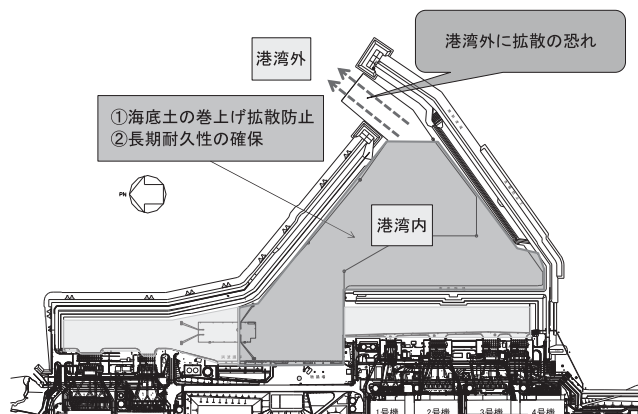
写真—4 施工状況（1F 起重機船打設）

3. 課題の整理と対策方針

1F 専用港湾内の海域は、拡散した放射性物質（微粒子）により汚染された状態であり、拡散の抑制が望まれていた。そこで、対策として「港湾内全域をセメント系被覆材によりフェーシングする」という基本方針を立案し、対策を検討した。被覆に関しては、以下の2つの機能を両立させる必要があった（図—2）。

①海底土の巻き上げ拡散の抑制

海底の汚染土砂の内、特に表層の粒径の小さなシルト層は高波浪や潮流、船舶の航行等により容易に巻き上がり、港湾外に拡散する恐れがあるため、これらを



図—2 課題の概要

できるだけ巻き上げないようにフェーシングを進める必要がある。

②長期に渡る拡散抑制機能の維持

今後、数十年にわたる廃炉作業を行う上で、海底の被覆材には出来るだけ長期間に渡り、その機能を維持する必要がある。

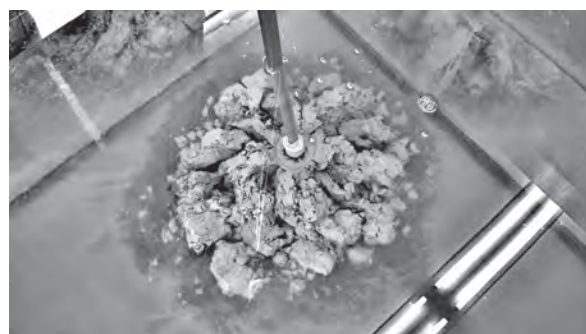
4. 課題の解決と実施工に関わる取組み

(1) 汚染拡散対策への取組み：新しい被覆材・配合の開発

(a) 海底土の巻き上げを防止する被覆材の開発

フェーシング被覆材に要求される機能は、①海底土の巻き上げ防止、②長期間の機能維持である。2つの機能を満たす材料を選定し、室内配合試験と水中模型打設実験で性能を確認することを繰り返して最適配合を求めた。

①海底土の巻き上げを防止する際に、特に粒径の小さなシルト層が表層に堆積している部分では、被覆材の比重を海水（1.03）よりは大きい範囲で、できるだけ「軽い」材料とする必要がある。このため、細骨材として砂の代わりにベントナイトを用いることとした。この際、材料分離しない範囲で出来るだけ比重を小さくするためにベントナイトを膨潤させる手順と時間の最適化を図る実験を併せて試行し、水中打設実験を行った結果、巻き上げが生じないことが確認できた（写真—5）。



写真—5 打設実験（1層目）

当初、この材料に強度を持たせて1層で全要求性能を満足する被覆材を追及したが、「軽さ」と「強さ」の両立は困難であったため、最終的には「2層被覆」とし、1層目は最低限の強度を満足しつつ海底土の巻き上げが防止できる比重が小さな被覆材とし、2層目を長期耐久性が維持出来る強度をもつ被覆材とする構造（図—3、写真—6）とした。

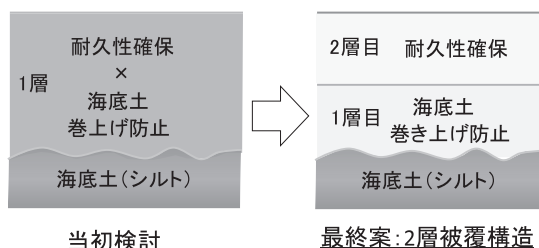


図-3 2層被覆構造

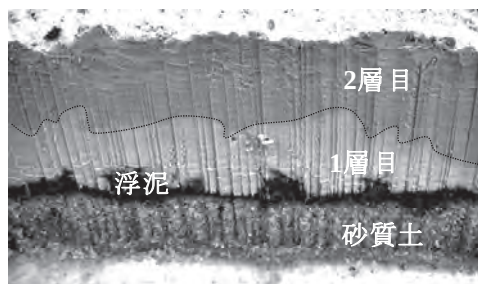


写真-6 実験後断面状況

(b) 長期耐久性と急速大量施工を両立できる被覆材の開発

2層目の材料には、長期耐久性の観点からある程度以上の強度が必要とされると同時に、施工面積が2倍になることによる工期延長を短縮するため、急速大量施工が可能なことが求められた。

急速大量施工を行うには、強度を保ちつつ、1箇所の打設位置から広範囲に打設ができるように、流動性が高く、水中分離抵抗性に優れ、ワーカビリティや強度の調整が可能な材料とする必要がある。最初は1層目と同じ材料の配合比を変えて所期の機能を満足できる材料としていたが、大量急速施工への対応が難しかったため、山砂を骨材として流動性と材料分離防止が両立できる添加材を開発し、配合や最適な施工方法を組み合わせて、新規工法（FL-SAND工法）として実用化した。この結果、要求性能を満足した施工が可能となった。

(2) 作業安全に対する取組み：船舶調整会議の主催

震災後の1F構内は作業員の作業環境も厳しく、復旧作業は輻輳し、作業ヤードの確保も困難であったため、固化材添加前段階までの被覆材の一次製造を2F物揚場にて行い、そこで製造した材料を土運船にて大量かつ一度に海上運搬することで作業リスクの低減を図った。これにより土運船による被覆材の海上運搬(2F～1F)が毎日発生することになったが、1F港湾内は他の船舶も航行するため、海上交通安全リスクの排除が課題となった。そこで1F建設時から発電所の海上作業に精通する当社が主体となり、船舶調整会議を



写真-7 船舶調整会議実施状況

毎週水曜日に実施し（写真-7）、作業間調整、海上保安部情報の交換、気象海象情報の共有など、積極的に海上作業安全の確保に努めた。活発な安全推進活動を継続した結果、工事期間中の海難事故ゼロを達成した。

5. おわりに

本工事の施工中は、他社船舶の出入りや気象海象の悪化等により頻繁に作業中断を余儀なくされたが、今回新たに開発した被覆材の活用をはじめ、多くの工夫と改善を積み重ねた結果、目標品質を確保し、工期内に港湾内全域の被覆を完了できた。

施工のメンバーは、東日本大震災で被災しているにもかかわらず福島復興を心から望む者、自身・家族が不安を抱く中、それを克服・説得して業務に邁進する者など様々であった。今後も各個の使命感や目的を一体化し、チーム一丸となって廃炉・汚染水対策および福島復興に貢献していきたい。

J C M A

【筆者紹介】

橋本 敦（はしもと あつし）

1F 港湾内海底土被覆工事共同企業体（五洋・東亜 JV）
現場代理人



斎藤 奨司（さいとう しょうじ）

1F 港湾内海底土被覆工事共同企業体（五洋・東亜 JV）
工事課長



小松 広季（こまつ ひろき）

1F 港湾内海底土被覆工事共同企業体（五洋・東亜 JV）
工事主任

