

# World Watching 149

ワールド・ウォッチング

## ノルウェーが取り組む 覆砂による 底質環境改善



中村 由行

独立行政法人  
港湾空港技術研究所  
研究主監



内藤 了二

独立行政法人  
港湾空港技術研究所研究官  
(現 国土交通省中部地方整備局  
清水港湾事務所)



フィスカストランド  
海域拡大

覆砂実験に  
使用した  
底泥試料



### はじめに

2012年5月9日、港湾空港技術研究所（以下、PARI）とノルウェー地盤工学研究所（Norwegian Geotechnical Institute：以下NGI）は、在日ノルウェー大使館において、研究協力覚書（MOU）の署名式を開催した（写真）。NGIは、伝統的な地盤工学分野のほかに、底質環境工学や海洋エネルギー、津波などの分野で欧州を代表する研究機関のひとつであり、今後はこれらの分野において積極的な研究交流を進めて行くこととしている。本稿では、ノルウェーで進められている底質環境改善対策の取り組みについて報告する。



署名式の様子



### 覆砂による底質の環境改善

ノルウェーでは我が国と同様に漁業活動が盛んであるが、一方で欧州最大といわれるダイオキシン類の底質汚染域や船舶の防汚剤として使われた



汚染源とされているドックヤード

TBT（トリブチル錫）による汚染域があり、底質汚染対策が緊急の課題とされている。これに対して、様々な対策工法が試みられているとともに、我が国より進んだ包括的な底質ガイドラインが設定されている。例えば、ノルウェーの西海岸に位置するオーレスン近郊のフィヨルド海域にはTBTによる高濃度の汚染箇所が存在している（上図）。TBTの汚染は、ドックヤードで船舶のメンテナンス作業に伴い、塗料の破片が底泥に堆積したことが主な原因であるとされている。当該箇所のTBTの底泥中濃度は最高 $40,667\mu\text{g}/\text{kg}$ であり、後述するノルウェーの底質ガイドラインでは汚染度が最も高いレベルに該当し、底質環境を改善することが急務の課題とされている。

このため、掘削除去を含む様々な対策工法が比較検討された結果、底質改善は覆砂工法で行うこととされ、工事の実施前に覆砂の効果を検証することとなった。筆者の一人は、浚渫土砂管理に関する研究を行うため、NGIに約3ヶ月間滞在し、覆砂工法による底泥からのTBTの溶出防止効果を室内覆砂実験とモデル計算によって検証をするプロ

プロジェクトに参加した。

わが国では、富栄養化した底質の酸素消費や栄養塩類の溶出を抑制するために、三河湾などで覆砂が行われてきたが、近年、有害化学物質対策としての覆砂が注目され、富山県富岩運河でのダイオキシン類汚染域では覆砂が試験施工されている。有害化学物質対策としての覆砂工は、底泥中に存在する有害化学物質が分子拡散によって水中に溶出するフラックスを砂の層厚を確保することによって抑制することを目指した工法であるが、あまり層厚が厚いと材料費が割高になり、また、航路など水深の確保が必要な場所では適用しづらいなどの課題がある。

そこで、近年、覆砂層内に吸着性に富む物質を混入し、吸着による水相への溶出防止能力によって薄い層厚でも効果が期待できる工法の開発が進められつつある。例えば、我々は、吸着剤として有機物含有量が高い浚渫土砂を有効利用した工法を提案している。一方、ノルウェー南部のグレンランドフィヨルドではダイオキシン類の汚染域に活性炭と粘土を混合して覆砂材として利用している。この場合、活性炭が吸着材の役割を果たしている。また、別の吸着剤として産業副産物であるライムストーン（石灰石）の有効利用の検討も進められつつある。これらの工法の得失などを比較することが、本共同研究の目的の一つとなっている。

今回参加したこのプロジェクトでは、覆砂材料に、ライムストーンを使用することとしている。ライムストーンは汚染対策が必要な現場付近で安価に調達でき、粒子が細かく高密度であること、TBTやダイオキシン類のような疎水性有機化学物質の吸着特性が優れているために採用されたものである。室内覆砂実験ではこのような覆砂層がある場合とない場合を設定し、両者を比較することで覆砂による溶出抑制効果を評価することとしている。現在その結果を解析中であるが、明確な効果が期待できる見込みである。また、現地での試験施工も実施しているので、これらの観測結果とあわせてライムストーンによる覆砂工法の有効性について総合的に検証し、2013年3月ごろを目途にとりまとめる予定にしている。



### ノルウェーの底質ガイドライン

ノルウェーでの底質ガイドラインは、底質の汚染度を5段階にて生物影響のリスク評価を行う、かなり細分化された指標が取り入れられている。わが国では、ダイオキシン類について含有濃度による底質環境基準が一定の数値で定められている。また、水銀、PCBの暫定基準除去基準が存在するが、こ

れらはヒトへの影響を念頭において設定されており、ヒト以外の生物を対象にしたものではない。またTBTや重金属類の含有濃度による底質環境基準がないのが実情である。ノルウェーの底質ガイドラインは、クラスIはバックグラウンドレベル、クラスIIは毒性影響がないレベル、クラスIIIは毒性影響がありうるレベル、クラスIVは短期的な毒性影響が生じるレベル、クラスVは悪影響があるレベルとされている。底質環境を改善する手法を検討するときには、底質の含有濃度調査結果をもとに、底泥の汚染度を分類し、かつ海域の利用状況などを考慮して、特にクラスIV、クラスVの底泥においては改善方を優先的に講じなければならないとされている。オスロ港やドラメン港では、TBTやPAH類（多環芳香族炭化水素類）、重金属類の局所汚染箇所が多く存在しているが、これらは背後の工場等からの排出が原因であり、日本と違って汚染箇所の特定が比較的容易であること、局所汚染の濃度レベルが高いという特徴がある。



### 今後の展望

#### —我が国の浚渫土砂管理の方向性—

わが国では、ロンドン条約96年議定書の発効に伴って国内関連法が改正され、浚渫土砂の海洋投入に関する規制強化が進められており、また、ダイオキシン類の底質環境基準設定に伴って、対策技術指針が作成されてきた。しかし、浚渫土砂を有効利用（窪地修復・覆砂材・干潟）するためのガイドラインは作成されていない。港湾域の底質調査は、有害化学物質が環境基準に適合しているか否かを判定するため、いわば受動的な理由で実施されてきた。しかし底質調査には、良質の底質材料を見出し、有効に活用するために用いるという積極的な側面があり得る。

有機物量が多く粒径が細かい底泥は、ダイオキシン類などの疎水性有機化学物質を吸着しやすいため、有害化学物質の溶出防止のために覆砂材の一部として有効活用できる可能性がある。これまで、有機物が多く粒径が細かい性質の底泥（浚渫土砂）はほとんど有効利用できていないが、干潟造成の材料を含め、さまざまな有効利用が進めば浚渫土砂の処分量を減らすばかりか、海域環境の保全や積極的な改善にもつながる。そのため、わが国では、浚渫土砂を適材適所に安全に利用しようとする観点・考え方をまとめる必要があると筆者らは考えている。今回締結した協定を良い契機として、ノルウェーを含む諸外国における底質評価の手法をわが国の実情に合わせて改良すべく、今後研究を進めていく予定である。