

### 3 軸式深層混合処理工法(CDM-レムニ<sup>2</sup>/<sub>3</sub>)の水底汚染土対策

国土総合建設(株) 正会員 ○原 俊郎  
 清水建設(株) 正会員 上村 一義  
 (株)不動テトラ 正会員 深田 久

#### 1. はじめに

港湾・河川においてダイオキシン類濃度が環境基準を超過した底質は、環境調査で数多く判明しているが、安全で耐久性のある対策技術の適用事例は極めて少ない。ここに水底汚染土対策事例として大径で攪拌効率の良い3軸式深層混合処理工法「CDM-レムニ<sup>2</sup>/<sub>3</sub>工法」を使用して覆砂と固化処理を組み合わせた原位置固化処理により施工中の汚濁・拡散を防止し、かつ水質モニタリングにより環境基準以下でダイオキシン類の溶出を押さえた不溶化処理方法の概要と1年後の長期耐久性結果をについて報告する。

#### 2. 対策工事概要

東京湾中部・防潮堤護岸建設工事は、軟弱な地盤を床堀・浚渫し、捨石に置き換えて防潮堤ケーソンを据え付ける工事であるが、床堀着手前の底質調査において1ヶ所が環境基準値を上回るダイオキシン類(170pg-TEQ/g)が検出された。更に工事区域の2ヶ所を追加調査した結果、溶出基準を超えた底泥が見つかり、その調査結果を表-1、調査位置を図-1に示す

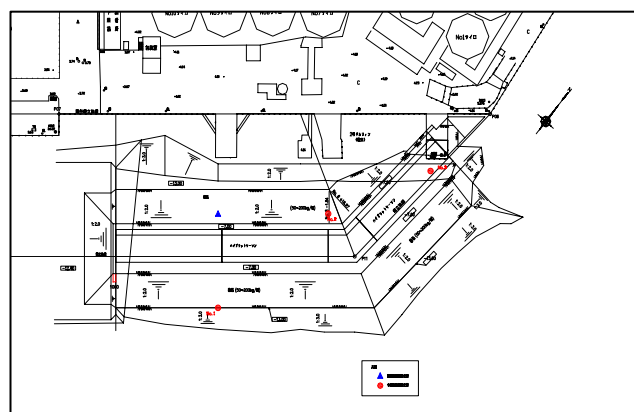


図-1 底質ダイオキシン類調査位置図

表-1 底質調査結果

| 場所  | 深度      | 溶出試験値<br>pg-TEQ/L | 含有量試験<br>pg-TEQ/g |
|-----|---------|-------------------|-------------------|
| 当初  | 表層      | 23                | 25                |
|     | GL-1.0m | *15               | **170             |
| 追加1 | 表層      | 0.7               | 20                |
|     | GL-0.5m | *15               | 81                |
|     | GL-1.0m | 3.5               | 63                |
|     | GL-2.0m | 6.9               | 120               |
|     | GL-3.0m | 4.4               | 73                |
| 追加2 | 表層      | 1.3               | 25                |
|     | GL-0.5m | *12               | 62                |
|     | GL-1.0m | *12               | 110               |
|     | GL-2.0m | *10               | 92                |

\* 溶出基準 10pg-TEQ/L    \*\*含有基準 150pg-TEQ/g

追加調査の結果、含有は基準値以下であるが溶出で基準値を上回るため底質土を工区外に出さない工法として深層混合処理工法による原位置固化処理で不溶化対策をすることに決定した。当初設計断面と変更断面を図-2に示す。

#### 3. 地盤改良工の設計

##### 1) 設計強度

不溶化に対する目標強度としては、対象地盤をケーソンの基礎地盤とする必要があり、地盤改良設計強度はケーソンの安定計算上、900KN/m<sup>2</sup>以上とした。そのため現地から採取した底質土を試料して室内配合試験を行った。

##### 2) 室内配合試験

表層部の底質は密度  $\rho = 2.66$  自然含水比  $w = 148 \sim 198\%$  液性限界 99~114 砂礫 13~17% シルト 40~52% 粘土 35~43% PH=7.6~8.3 である。固化材の種類は高炉 B、普通セメント、

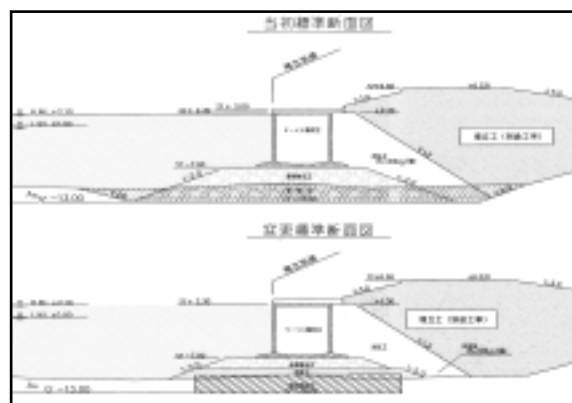


図-2 当初・変更断面図

キーワード : 地盤改良、深層混合処理、土質安定処理、3軸、土壌汚染、不溶化処理  
 連絡先 : 〒108-8432 東京都港区海岸 3-8-15 国土総合建設(株) TEL.03-3457-9721

一般軟弱土用、高有機質土用、六価クロム対応の5種類とし、室内／現場の強度比を3倍とし強度確認をした。

### 3) 溶出試験

ダイオキシン類溶出試験と六価クロム溶出試験を行い、ダイオキシンは実施の350kg/m<sup>3</sup>よりも低い添加量で不検出になるように、六価クロムは実施の350kg/m<sup>3</sup>よりも高い添加量でも基準値以下になる高炉B種を選定した。その結果を表-2に示す

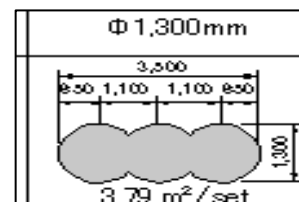
表-2 溶出試験結果

| 溶出試験項目<br>(高炉B種セメント) | 固化材添加量(kg/m <sup>3</sup> ) |       |     |      |
|----------------------|----------------------------|-------|-----|------|
|                      | 240                        | 300   | 320 | 400  |
| DXN 1.0 pg-TEQ/L     | -                          | 0.029 |     |      |
| 六価クロム .05pg-TEQ/L    |                            |       |     | 0.02 |

### 4) 改良体形状と施工数量

施工改良体の形状仕様は、改良面積が最大となるφ1300×3軸を使用し、施工数量は以下のとおりである。

- ・ φ1,300mm×3軸 (A=3.79m<sup>2</sup>)・打設長:13.0m、改良長:3.0m
- ・ 固化材:高炉セメントB種、添加量:350kg/m<sup>3</sup>・改良土量:10,144m<sup>3</sup>



### 4. 地盤改良工の施工

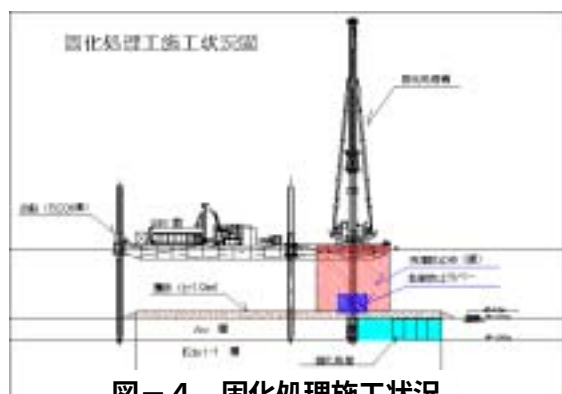


図-4 固化処理施工状況

1) 覆砂工 原位置固化処理施工時の底泥捲き上がりや拡散防止のためにトレミー台船により1m厚の覆砂を投入した。

2) 固化処理工 覆砂で底質土を被覆してから、3軸式深層混合処理機を搭載した地盤改良台船により固化処理を行った。地盤は、表層がヘドロでその下層は砂質粘性土である。

施工管理はCDM工法に準じて羽根切り回数450回/mで管理しながら施工した。

3) 汚濁防止工 攪拌混合時の底泥拡散による二次汚染を防止した。さらに改良機械の攪拌軸に密閉式の汚濁防止カバーにより2重の拡散防止対策を行った。図-4参照

### 4) 水質監視(モニタリング)

施工中、一般水域への基準値以上の汚濁拡散を防止するために国交省「港湾における底質ダイオキシン類対策技術指針(改訂版)H15.12」に準拠してバックグラウンド、基本、補助の監視点を設置し、現場水質より得られたダイオキシン類と濁度、SSの相関値から濁度53、SS50を管理基準値として管理した。施工中の水質監視グラフを図-5、6に示す。

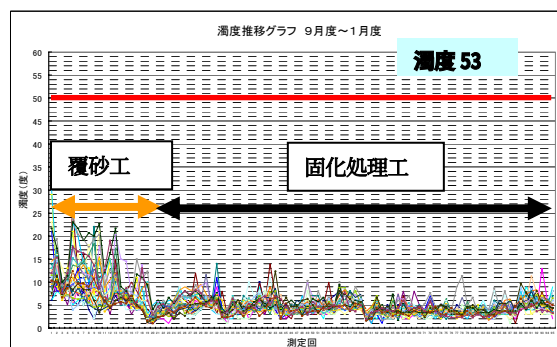


図-5 濁度管理グラフ(9月~1月)

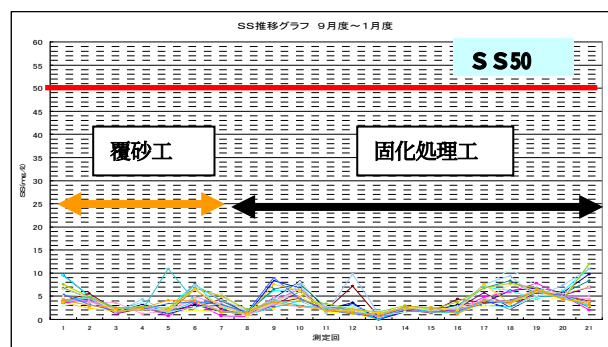


図-6 SS管理グラフ(9月~1月)

### 5. 地盤改良工の結果

改良体強度と溶出試験 σ<sub>28</sub>一軸圧縮強度は、全て設計強度(900kN/m<sup>2</sup>)以上で上下層2240、2808kN/m<sup>2</sup>で平均は2524kN/m<sup>2</sup>であり、1年後の強度は6379kN/m<sup>2</sup>で現場／室内の強度比は7.1倍の伸びを示した。溶出試験による1年後の溶出判定は、振とう試験で0.073、スクリュー試験では0.13pg-TEQ/Lで基準値以下を確認した。

### 6. まとめ

ダイオキシン類汚染土対策技術としての原位置固化処理工法は、覆砂+固化処理の複合組み合わせによって、より確実な水底汚染土対策を行うことが出来、対策1年後の長期強度にも問題ないことが確認できた。

【参考文献】1) 守安他:大径3軸型による深層混合処理工法の合理化施工—施工実績 第41回地盤工学研究発表会,2006.7