

## ベントナイト混合土の函体打設工法の検討 Consideration for box casting method of bentonite mixed soil

○下村 和也<sup>\*</sup>，長束 勇<sup>\*\*</sup>，佐藤周之<sup>\*\*\*</sup>，上野和広<sup>\*\*\*\*</sup>，大西文明<sup>\*</sup>佐古田 又規<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
Kazuya Shimomura, Isamu Natsuka, Shushi Sato, Kazuhiro Ueno, Fumiaki Onishi, and  
Yuki Sakoda

### 1. はじめに

ため池の改修方法には、現在では前刃金工法が一般的に用いられる。しかし、近年では施工対象となるため池近傍で良質刃金土を確保することが困難になっている。筆者らは、刃金土の不足を解消する手段として、ベントナイト系土質材料を用いた遮水層によるため池堤体改修工法の開発をめざし、ため池特有の供用条件下でのベントナイト混合土の材料特性を明確にするための研究を、農林水産省の官民連携新技術研究開発事業の一環として進めている。その開発工法の一つとして、ベントナイト混合土を使用して堤体中央に連続した土質遮水壁を構築する事を目指している(図-1 参照)。実施工時には、ベントナイト混合土を鉛直に打設し、ため池堤体の構築に必要な締め固め度を得る事が必要となるため、その打設方法について検討を行った。

### 2. ベントナイト混合土の打設方法

堤体上部よりベントナイト混合土を打設することから、その打設方法として、函体内にベントナイト混合土を充填し、函体内でそのベントナイト混合土を締め固め、更に締め固まったベントナイト混合土を地中に排出する函体打ち込み工法を採用した。

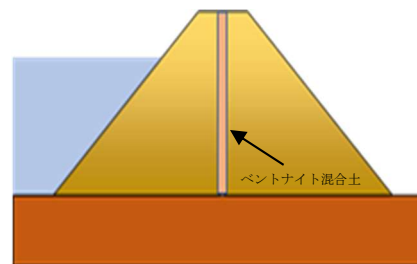


図-1 ベントナイト混合土の適用イメージ

### 3. 試験施工における確認事項

実施工では、函体内で油圧バイブロハンマーを用い締め固めを行うことと、函体を地中へ貫入し、同様に締め固めを行うことで堤体構築に要求される締め固め強度を確保することが必要となる。また、函体内からの締め固まった土の排出が可能であるか、確認を行った。今年度はその施工方法の確認のため、試験地近傍で採取が可能な兵庫県神戸市鈴蘭台産の真砂土を使用し、試験施工を行った。

### 4. 試験施工手順

敷鉄板上に固定した函体内に最適含水比に調整を行った真砂土を投入し、所定量に計量した真砂土の投入時の高さを測定した後、油圧バイブロハンマーに装着した締め固めプレートを挿入し、転圧を行い、設定した目標締め固め高さまで締め固めが行えるか確認をした。2m まで締め固めを行った後、クローラクレーンを用い函体を引き上げ、排出状況の確認を行った。その後、油圧バイブロハ

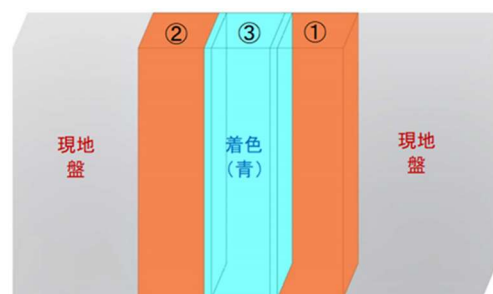


図-2 地中打設試験概要図

<sup>\*</sup>家島建設株式会社, Ieshima Construction Co., Ltd, <sup>\*\*</sup>島根大学名誉教授, Emeritus Professor in Shimane University, <sup>\*\*\*</sup>高知大学, Kochi University, <sup>\*\*\*\*</sup>島根大学, Shimane University, <sup>\*\*\*\*\*</sup>株式会社ホージュン, HOJUN Co., Ltd キーワード: ベントナイト混合土, 鉛直遮水壁, 函体打設

ンマーを用いて函体を地中に貫入することが可能か確認を行い、地中に貫入した状態で同様に締固め実験を行った。地中内での打設実験ではセクション部の充填状況を確認できるように、3本の函体を打設し（図-3 参照）、その出来形を確認した。締固め度の確認は深度ごとにR I法にて行った。また、本試験に使用した締固め機の締固めエネルギーによって、土が破壊され、粒度特性等が変化する事を懸念し、締め固めた後の真砂土の粒度試験を行い、締固めによる細粒化の有無の確認を行った。

### 5. 試験結果

敷鉄板上で行った試験において、目標締固め高さを 0.2 m, 0.5m, 1.0mとして実施した結果、目標締固め高さ 0.2 mにおいては所定の締固め高さまで締固めることが出来、0.5mにおいては所定の締固め高さまで締固めることが出来なかった。この結果を検討して、1 サイクル当りの締固め高さを 0.4mとして地中での試験を行うこととした。油圧バイブロハンマーによる地中への函体貫入はGL-0.2mで貫入速度が低下し、GL-0.3m付近で貫入不能となったため、建柱車による先行掘削を行って函体を貫入し、出来形の確認を行った。打設後、各深度の壁厚，R I法による締固め度を測定した結果を表-1 および表-2 に、各測点の位置を図-3 及び図-4 に示す。また、各深度における粒径加積曲線を図-5 に示す。試験に使用した締固め機において、真砂土の土の粒度組成に大きな変化は見られなかった。

### 6. 考察

今回の試験結果より、函体内で油圧バイブロハンマーを用いて土の締固めが出来ること、および締め固めた土を原地盤中に排出出来ることが確認でき、排出した土の締固め度を確保しながら拡幅出来ることが確認できた。

### 7. 今後の課題

今回の試験では真砂土を用いて試験施工を行ったが、実施工においてベントナイト混合土を使用することとなる。その際にも同様の効果と締固め度を得ることを確認し、適切な締固め機械と 1 層ごとの締固め厚さを定める必要がある。

**謝辞：**本研究は農林水産省官民連携新技術研究開発事業の助成を受けたものである。記して謝意を表します。



図-3 出来形（壁厚）確認の測点  
表-1 出来形（壁厚）確認結果

| 深度      | 項目<br>位置 | 壁厚(m) |      |      |
|---------|----------|-------|------|------|
|         |          | X     | Y    | 平均   |
| GL-0.7m | ①        | 0.44  | 0.50 | 0.47 |
|         | ②        | 0.43  | 0.49 | 0.46 |
|         | ③        | 0.44  | 0.51 | 0.48 |
| GL-1.0m | ①        | 0.48  | 0.51 | 0.50 |
|         | ②        | 0.46  | 0.57 | 0.52 |
|         | ③        | 0.44  | 0.51 | 0.48 |
| GL-1.3m | ①        | 0.44  | 0.46 | 0.45 |
|         | ②        | 0.42  | 0.46 | 0.44 |
|         | ③        | 0.44  | 0.47 | 0.46 |
| GL-1.6m | ①        | 0.41  | 0.46 | 0.44 |
|         | ②        | 0.48  | 0.49 | 0.49 |
|         | ③        | 0.44  | 0.46 | 0.45 |
| GL-1.8m | ①        | 0.42  | 0.45 | 0.44 |
|         | ②        | 0.43  | 0.46 | 0.45 |
|         | ③        | 0.46  | 0.48 | 0.47 |
| 結果分析    | 計測数      | 壁厚(m) |      |      |
|         |          | 平均    | 最大   | 最小   |
|         | 30       | 0.46  | 0.57 | 0.41 |

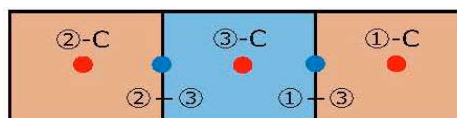


図-4 出来形（R I試験）確認の測点  
表-2 出来形（R I試験）確認結果

| 深度      | 試験器<br>位置                       | 項目<br>位置     | R I水分密度計      |             |                   |                   |
|---------|---------------------------------|--------------|---------------|-------------|-------------------|-------------------|
|         |                                 |              | 締固め度<br>Dc(%) | 含水比<br>W(%) | 乾燥密度<br>ρd(g/cm³) | 湿潤密度<br>ρt(g/cm³) |
| GL-0.6m | ①-C<br>②-C<br>③-C<br>①-③<br>②-③ | ①-C          | 94.1          | 10.1        | 1.868             | 2.057             |
|         |                                 | ②-C          | 92.8          | 10.4        | 1.843             | 2.081             |
|         |                                 | ③-C          | 95.0          | 11.0        | 1.886             | 2.046             |
|         |                                 | ①-③          | 90.6          | 11.4        | 1.799             | 2.004             |
|         |                                 | ②-③          | 90.4          | 11.8        | 1.795             | 2.006             |
|         |                                 | ①-C          | 93.5          | 10.2        | 1.856             | 2.046             |
| GL-0.8m | ②-C<br>③-C<br>①-③<br>②-③        | ②-C          | 88.7          | 11.8        | 1.760             | 1.967             |
|         |                                 | ③-C          | 88.3          | 11.3        | 1.752             | 1.951             |
|         |                                 | ①-③          | 89.9          | 11.1        | 1.785             | 1.984             |
|         |                                 | ②-③          | 93.2          | 10.1        | 1.851             | 2.037             |
|         |                                 | ①-C          | 94.0          | 10.6        | 1.866             | 2.064             |
|         |                                 | ②-C          | 96.0          | 10.1        | 1.906             | 2.099             |
| GL-1.0m | ③-C<br>①-③<br>②-③               | ③-C          | 95.3          | 9.8         | 1.892             | 2.078             |
|         |                                 | ①-③          | 96.2          | 12.0        | 1.910             | 2.138             |
|         |                                 | ②-③          | 94.8          | 11.0        | 1.881             | 2.088             |
|         |                                 | ①-C          | 99.2          | 10.4        | 1.969             | 2.174             |
|         |                                 | ②-C          | 94.7          | 10.1        | 1.879             | 2.070             |
|         |                                 | ③-C          | 97.6          | 10.5        | 1.936             | 2.140             |
| GL-1.4m | ①-③<br>②-③                      | ①-③          | 95.9          | 10.8        | 1.904             | 2.110             |
|         |                                 | ②-③          | 91.7          | 11.0        | 1.821             | 2.021             |
|         |                                 | ①-C          | 99.7          | 10.2        | 1.979             | 2.181             |
|         |                                 | ②-C          | 95.8          | 10.0        | 1.902             | 2.092             |
|         |                                 | ③-C          | 92.5          | 10.6        | 1.835             | 2.030             |
|         |                                 | ①-③          | 95.4          | 10.7        | 1.894             | 2.096             |
| GL-1.8m | ②-③                             | ②-③          | 96.9          | 10.1        | 1.924             | 2.117             |
|         |                                 | 計測数          | 締固め度Dc(%)     |             |                   | 含水比<br>W(%)       |
|         |                                 | 25           | 平均            | 最大          | 最小                | 平均                |
|         |                                 |              | 94.1          | 99.7        | 88.3              | 10.7              |
|         |                                 | 締固め度<br>度数分布 | 69%以下         | 70~79%      | 80~89%            | 90~100%           |
|         |                                 |              | 0             | 0           | 3                 | 22                |

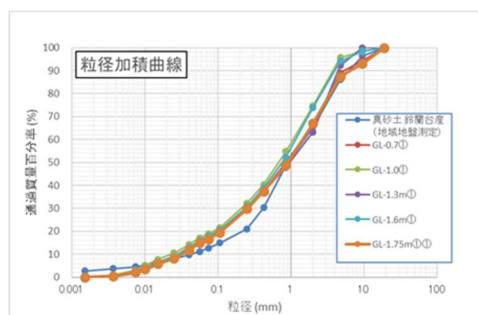


図-5 各深度における粒径加積曲線