

ボスポラス海峡沈埋トンネルにおける大水深機械化施工

大成建設(株)	技術センター	正会員	○伊藤	一教
大成建設(株)	国際支店		中塚	健司
大成建設(株)	国際支店	正会員	小山	文男
大成建設(株)	国際支店	フェロー会員	八重田	義博

1. 事概要と研究の背景

現在，トルコ共和国ボスポラス海峡では，延長約 1.4km の沈埋トンネルが建設中である．図-1 のように，11 函体で構成される沈埋トンネルの設置水深は最大約 60m に達し，海峡の複雑な潮流とともに施工を困難なものにしている（織田・伊藤，2007）．

ボスポラス海峡沈埋トンネルの長さ 98m から 135m におよぶ函体の沈設精度を高めるためには、捨石マウンド（図-2）を精度よく構築する必要がある。水深 40～60m の条件下において潜水土による施工は非効率的であるため、捨石均し機（水中ロボット）を開発し適用した。これまでも水中捨石均し機、水中バックホー等の開発や導入が報告されている（柳生ら 1997、中牟田 1996）が、水深 60m への適用はなく、ボスポラス沈埋トンネルにおける施工の実績は、海洋開発における機械化施工の発展に寄与するものと考えられる。さらに、捨石均し機を海底に吊降ろしたり吊り上げたりする際には、ボスポラス海峡の急潮流が捨石均し機に作用するため、捨石均し機が流され作業船と接触することが懸念された。そこで、水理模型により潮流下における捨石均し機の挙動について検討した。

2. 捨石均し機の概要と実績

沈設函体は、一方の端部が既設函体に接合され、他方は方向や高さを修正する方向修正架台のみが捨石マウンドに接触する。つまり、函体底部と捨石マウンドの間には空間があり、函体の方向および高さを修正した後に、この空間に可塑性材料が充填される。したがって、捨石マウンドの施工において、方向修正架台が接触する部分の均し精度を確保しなければならない。また、マウンドが函体底部に接触すると、函体の高止まりを誘発するため、函体底部のマウンドは設定高さ厳守しなければならない。

写真-1 は本工事に使用した捨石均し機である。 本体の高さや水平度は 4 本の脚部が上下に伸縮することで制御される。 本体にはフレームに沿って移動する梁（ビーム）が設置され、この梁にはブレードと呼ばれる装置が取付られ

ている。ブレードは梁に沿って移動することができ、さらに上下の高さを制御できる。また、ブレードは 360

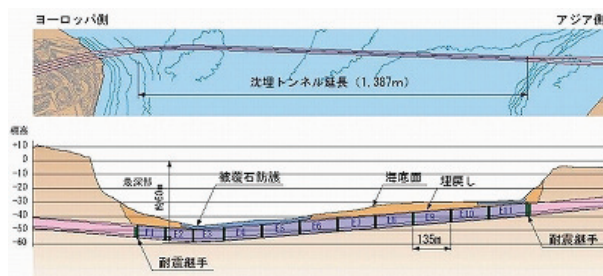


図-1 沈埋トンネルの線形および縦断面図

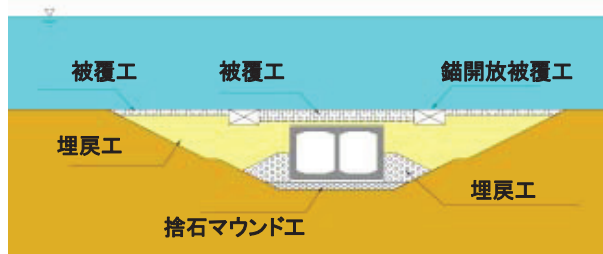


図-2 沈埋トンネル断面図

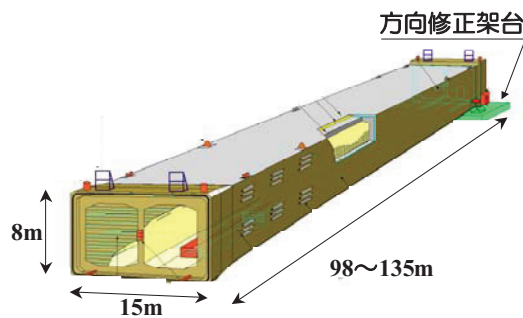


図-3 沈埋トンネルの函体概要図

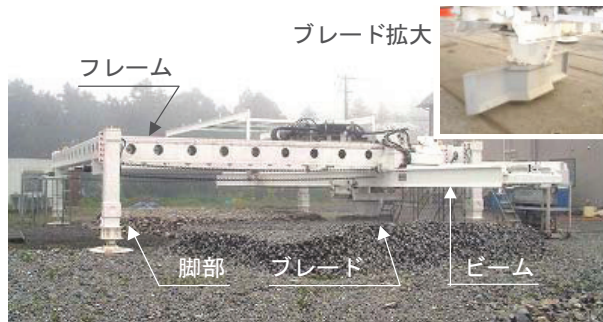


写真-1 捨石均し機

キーワード ボスプラス海峡、沈埋トンネル、捨石均し機、水中姿勢制御

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 水域・生物環境研究室 TEL045-814-7234

度回転することができる。これらの機構によりマウンドの凹凸を「地面にトンボをかける」要領で均す。実施工では2段式トレミーパイプを用いて捨石を投入し、それによる0.4から0.8m程度の凹凸に対して捨石均し機を用いた。

図-4 はマルチビーム式深浅測量で測定した最深部におけるマウンドの出来型である。施工の許容値は+0.3m以下である。

図-4 (a)の天端高において横軸30m付近には約0.6mの段差がある。

これは、最深函体には排水装置があり、函体底版に段差があることに対応している。図-4 (b)の誤差を見ると、前述の高止まりを誘発する正值の誤差が占める範囲はすくなく、概ね+0.2mまでに収まっている。横軸45m付近で+0.3mの部分があるものの一部分に過ぎない。この結果より、本工事で採用した捨石均し機の有効性が確認できた。

3. 捨石均し機設置時の挙動検討

写真-2 は捨石均し機を専用台船で水中に吊降ろす様子である。潮流が3~4ノット程度でも施工を可能にするため、捨石均し機が潮流で流されても台船に接触しないことを水理実験にて確認した。写真-3 は潮流4ノットの条件で実施した実験の様子である。ビーム位置が中央の場合に比べ、下流側に配置した場合には、捨石均し機が下流側に流される量は少なく、流体力が低減されることが分かる。また、水中姿勢もほぼ水平であり、海底への着地が安全にでき、着地時の脚部損傷などを回避できることが確認できる。このことは、ビームの位置を調整することで水中姿勢や流体力を制御できることを意味しており、今回採用した捨石均し機の長所といえる。

4. まとめ

ボスボラス海峡沈埋トンネル工事の大水深機械化施工として、捨石均し機の適用事例を報告した。水深60mにおける均し精度が確保できたこと、吊降ろし吊り上げ時の水中姿勢および流体力の制御ができ、着地時の脚部損傷などを回避できることを示した。

参考文献

織田・伊藤(2007)：二層流場の動的変動を考慮した流況予測手法の開発，沿岸域学会誌，Vol. 19，No. 4 pp. 13-24.

柳生 忠彦，大宮 敬治：水中施工機械(捨石均し機)の開発(1997)，土木学会誌，Vol. 82，7号，pp. 18-20.

中牟田：多機能水中施工機械(水中バックホウ)の実海域実験について(1996)，土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp. 300-301.

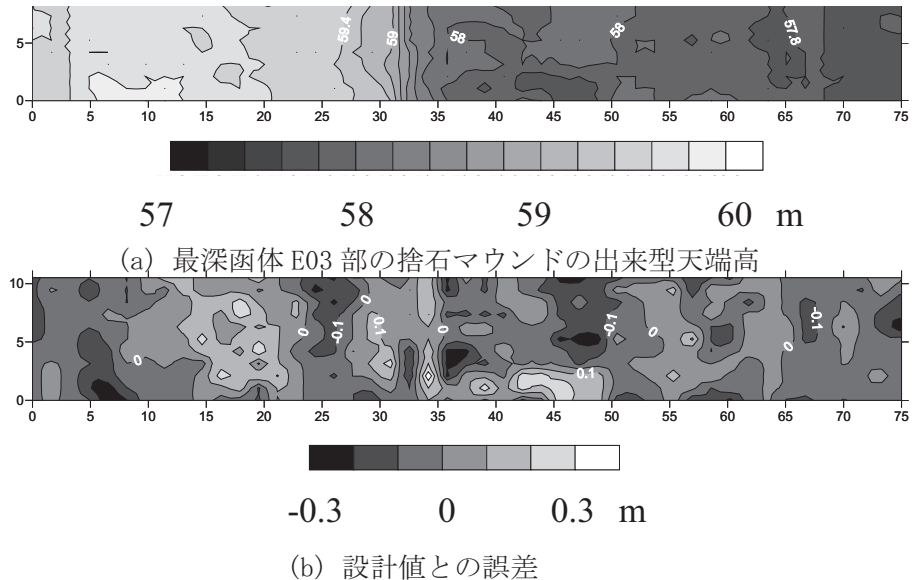


図-4 最深部におけるマウンドの出来型平面図



写真-2 潮流予報システムの構成

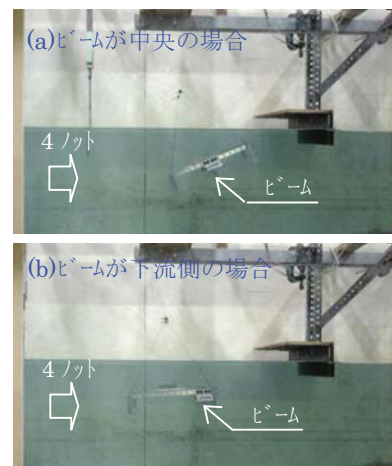


写真-3 水理模型実験(潮流4ノット)