

大水深捨石投入均し船 (KUS-ISLAND)

沖山 禎雄・趙 澈洙・大古利 勝己

大水深捨石投入均し船「船名:KUS-ISLAND (クス・アイランド)」は、韓国の釜山—巨済間 (約 3.3 km) に連絡道路用沈埋函の基礎捨石マウンドを敷設するために開発された捨石投入均し船であり、ジャッキアップ式トレミー台船に GPS を利用した施工管理システムを搭載することにより、船体の位置やトレミー管の位置および高さをリアルタイムに計測するとともに、トレミー管先端部に装着した油圧シリンダーにより大水深においても高い精度での施工管理を可能にしたものである。本工事では、大水深 (−48 m) においても施工精度 ± 40 mm で捨石マウンドを施工することに成功し現在も稼働中である。

キーワード：基礎捨石マウンド、捨石投入、捨石均し、作業船、大水深

1. はじめに

KUS-ISLAND は、韓国の釜山—巨済間 (約 3.3 km) に連絡道路用沈埋函の基礎捨石マウンドを敷設するために開発された大水深捨石投入均し船である。

本船はジャッキアップ式トレミー台船に GPS を利用した施工管理システムを搭載することで、船体位置および施工中に移動するトレミー管の位置と高さをリアルタイムに管理するとともに、トレミー管先端部の高さも油圧シリンダーにより自動調整することで大水深においても高い施工精度 (± 40 mm) での施工を可能にした。

なお、KUS-ISLAND は、韓国の殷聖基礎建設(株)との共有船であり、実験段階から本施工に至るまで共同で開発・改良を行っている。

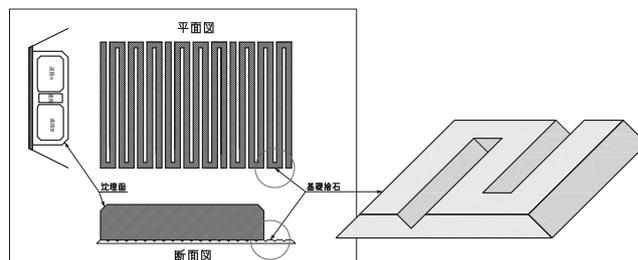


写真—1 捨石投入均し船 (船名: KUS-ISLAND)

2. 開発の背景

従来の水中部への捨石均し作業は、作業船による捨石投入の作業と潜水士による捨石均し作業の2段階の

工程が必要であるが、本工事の基礎捨石マウンドは、全面に基礎捨石を敷設する工法ではなく、帯状に敷設し山 (凸部) と溝 (凹部) を造る工法が採用されている (図—1 参照)。

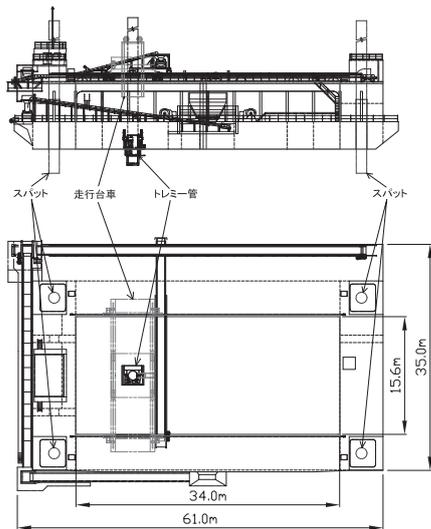


図—1 基礎捨石マウンドの概要

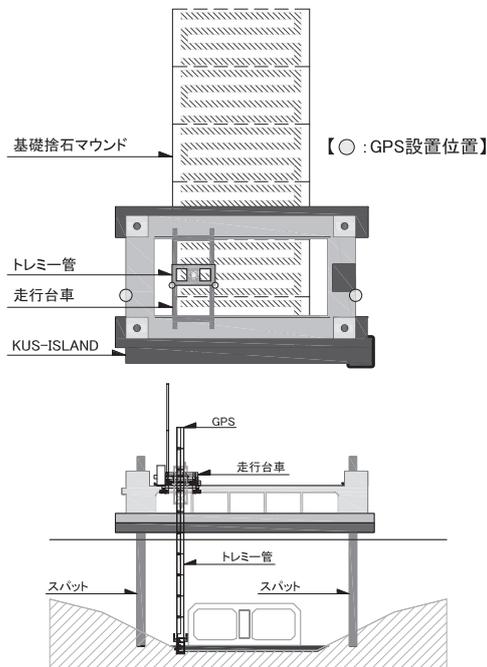
これは、使用材料の削減や工期の短縮を図るとともに、敷設後に多少の不陸が生じても沈埋函据付け時に基礎捨石が凹部に移動しやすいことなどを期待して採用されている。

3. KUS-ISLAND の構造概要

本船は当該工事のために開発された、船体寸法 61 m × 35 m、総重量 2,300 ton の捨石投入均し専用船であり (図—2 参照)、走行台車上に搭載したトレミー管 (φ 1,524 mm) を移動させることで、一度の船体位置決めで船体中央に確保した 530 m² (15.6 m × 34 m) の作業エリアに帯状の基礎捨石を敷設することが可能である (図—3 参照)。



図一 構造概要図 (上：断面図，下：平面図)



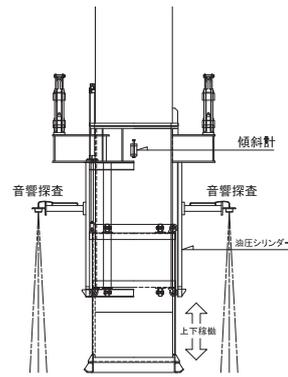
図三 施工イメージ図 (上：平面，下：断面)

4. トレミー管の構造概要

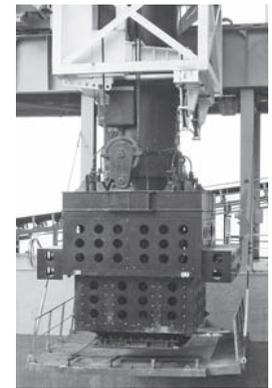
本船の前後と走行台車およびトレミー管上端にはGPSを装備し、本船の位置決めと移動するトレミー管の位置およびトレミー管の高さをリアルタイムに管理している (前項図一 3 参照)。

また、トレミー管先端部に油圧シリンダーを装備し、GPSと連動させ、均し高さをmm単位で自動調整することを可能にしている (図一 4 参照)。

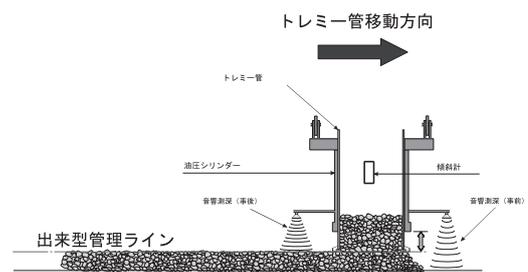
なお、トレミー管下端の吐出口付近には傾斜計および音響測深器を装備し、トレミー管の傾斜および捨石投入前の現地盤の深度と投入後の高さを管理している (図一 5 参照)。音響測深器による高さ管理については、



図一 トレミー管先端部



写真一 トレミー管先端部



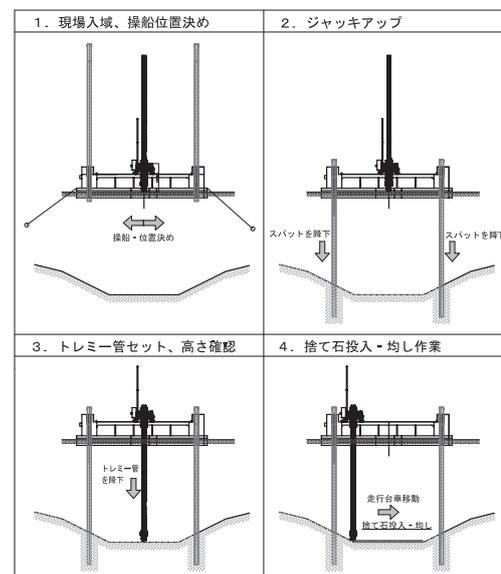
図一 トレミー管先端部イメージ図

施工管理 (施工時の確認) として使用するだけでなく、事前調査や出来形管理 (敷設後の事後測量) としても活用している。

5. 施工概要

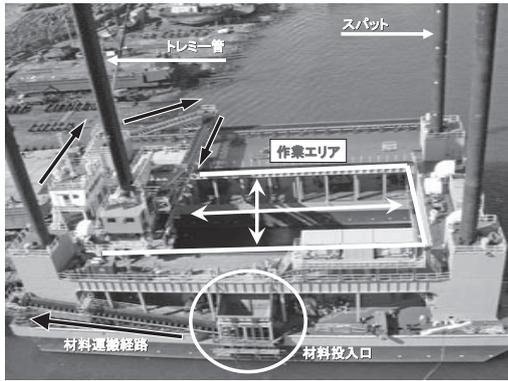
施工現場に入域後、キャリブレーション (機器調整等) を行い、船体およびトレミー管を所定の位置にセットし、運搬船から捨石材料を搬入し施工を行う。

図一 6 に、KUS-ISLAND の施工イメージ図を示す。



図一 6 施工イメージ図

次に捨石材料搬入から投入までの施工状況を写真で示す。写真—3にKUS-ISLANDの全景を示す。



写真—3 KUS-ISLAND 全景

まずは、施工現場に入域後、キャリブレーション（機器調整等）を行い、船体およびトレミー管を所定の位置にセットし、ジャッキアップする（写真—4参照）。



写真—4 船体位置決め（ジャッキアップ）

次に、材料運搬船から捨石材料をKUS-ISLANDの材料投入口（ホッパー）に搬入する。



写真—5 材料搬入状況

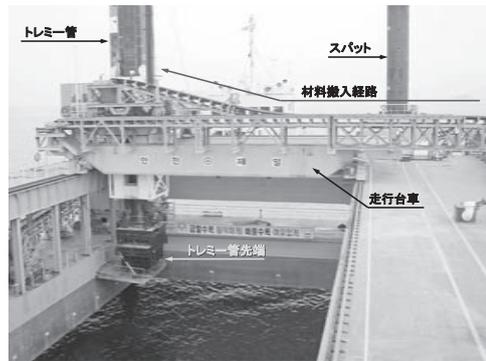
供給された捨石材料はKUS-ISLAND外周に設置されたベルトコンベアを経由してトレミー管へと運搬される。



写真—6 材料運搬状況（ベルトコンベア）



写真—7 材料運搬状況（走行台車）



写真—8 投入均し状況

ベルトコンベアを経由して運搬された捨石材料は走行台車上のトレミー管に供給され海底の所定の位置に投入され均されていく。

6. 適用範囲

表—1にKUS-ISLANDの適用範囲を示す。

表—1 KUS-ISLANDの適用範囲

項目	適用範囲	備考
投入均し精度	± 40 mm	
捨石寸法	150 mm 以下	実績 75 mm
施工深度	- 50 m	実績 - 48 m
敷設高さ	1.5 m	段階施工

7. 実験

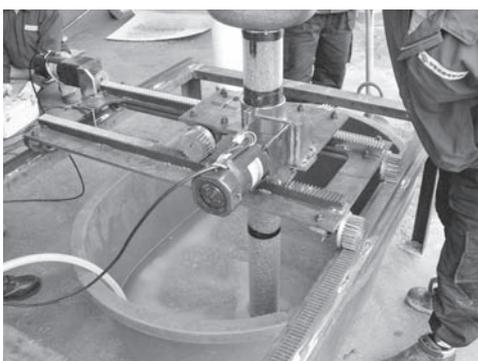
(1) 模型実験

実機を製作する前に、1/250 スケールのアクリル模型を作成し簡易模型実験を実施した。

実施工を考慮して、気中水中で帯状に敷設を行い、良好な結果であることを目視により確認した。



写真—9 模型実験状況 (気中)



写真—10 模型実験状況 (水中)

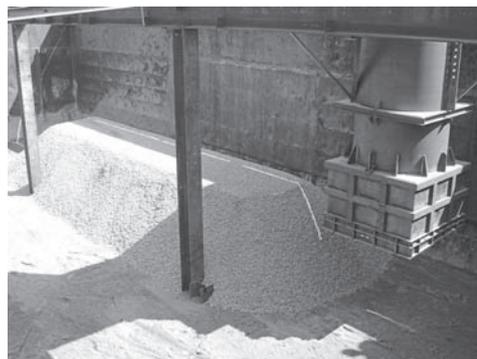
(2) 実機実験

模型実験を踏まえ、実機と同じサイズのトレミー管を製作し、実施工で使用する捨石 (最大 75 mm) により実機実験を行った。

敷設する高さや、速度等を調整しながら実験を行い良好な結果であることを目視により確認した。



写真—11 実機実験状況



写真—12 実機実験 (敷設状況確認)

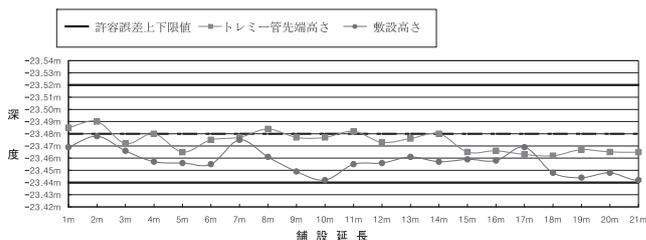
(3) 実証実験

模型実験ならびに実機実験において良好な結果を確認し、2007年12月～2008年1月に本工区内においてKUS-ISLANDでの試験施工を実施した。

表—2 実証実験の概要

項目		備考
施工延長	23～25 m	4%勾配
施工深度	22～24 m	
敷設高さ	80 cm	本施工1～1.5 m
数量	4ライン	
使用材料	75 mm 以下	本施工用の捨石

捨石投入均し後に音響測深により確認を行い、敷設高さの測定を行った結果、 $\pm 40\text{mm}$ 以内で施工が可能であることを確認した (図—7 参照)。



図—7 トレミー管と敷設高さの比較

また、施工中に測定したトレミー管の先端高さや敷設高さの比較を行った。敷設高さは先端位置よりも20～40 mm 低い結果であった (図—7 参照)。これは捨石の自重による沈下が原因であると考えられたため、実施工においては沈下も考慮してトレミー管先端位置を管理する必要があることが確認できた。

8. 施工管理システム

船体の位置決めは、GPSにより目標位置を確認し、

スパットを降ろしジャッキアップを行う。移動精度は±10cmで管理することが可能である。



写真—13 ジャッキアップシステム

また、船体誘導およびトレミー管の施工位置と高さを管理するために、GPSと各種センサーを組合せたシステムを使用して施工管理を行っている。



写真—14 施工管理システム

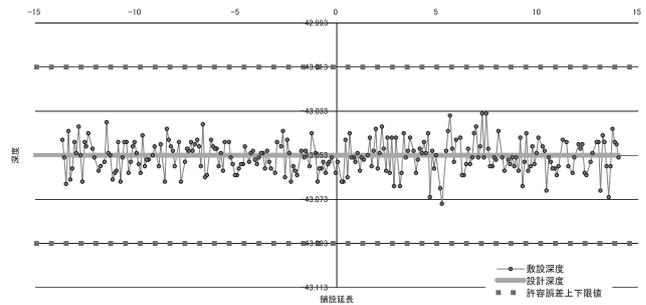
なお、傾斜計や音響測深器のデータも一元管理を行っている。

9. 実施工状況

各種実験を踏まえて、上述の施工管理装置を使用し本施工を実施している。

敷設後の音響測深結果でも±40mmの施工精度を確保しており、沈埋函(L=180m, B=26.5m, H=9.97m)も規定の位置・精度で据付けが行われている。

図—8に事後測量結果の一例を示す。



図—8 出来形確認

10. おわりに

本工事は、2008年1月から本施工を開始し、2009年12月現在で、敷設延長約2,700m(約12万 m^3)の捨石投入均しが完了しており、全18函のうち既に15函の沈埋函の据付けが完了している。

KUS-ISLANDは、大水深(最大実施深度:-48m)においても施工精度±40mmで基礎捨石マウンドを施工することに成功し現在も稼働中である。

JCMA

【筆者紹介】

沖山 禎雄 (おきやま よしお)
あおみ建設㈱ 土木本部
釜山作業所
所長



趙 澈洙 (ちょう ちよるす)
殷聖基礎建設㈱【韓国】
常務

大古利 勝己 (おおこり かつみ)
あおみ建設㈱ 地盤改良事業部
技術管理部

