

函館港島防波堤ケーソン撤去工事への高度 IT の適用 —統合情報化施工管理システム「Beluga. Net」—

増田 稔・藤山 映

統合情報化施工管理システム「Beluga. net」(以下、ベルーガネット)とは、無線 LAN や携帯電話、PHS などのパケット通信を利用して船舶、重機、作業船に搭載された GPS やその他機器からの施工情報(位置情報、軌跡)をリアルタイムに伝送し、遠く離れた場所においてモニタリングを行う施工支援ツールである。これにより、従来現場でしか取得できなかった施工状況を「いつでも」「どこでも」把握することができる。本報文は、システム機能の概要と、実施工での運用状況および成果を報告するものである。

キーワード：情報化施工，防災，リアルタイム監視トレーサビリティ，ネットワーク情報通信

1. はじめに

近年、無線 LAN や携帯電話、PHS などによるパケット通信などのデータ通信のワイヤレス化は著しく、建設業界においても陸上・海上工事を問わず、技術発展を遂げつつ、さまざまな場面で利用されている。

その一方で、大規模造成工事や土木現場では、迅速かつ正確なリアルタイム管理かつトレーサビリティが求められるケースが増加している。東亜建設工業株式会社(当社)のベルーガネット(本システム)は、そのようなニーズに応えるべく開発を行ったものであり、重機や作業船・測量船などの移動体を、事務所などの遠隔地においてパソコン上で監視するネットワーク型システムである(図-1)。

今回、ベルーガネットを導入した函館港島防波堤ケーソン撤去工事(本工事)は、台風 18 号(平成 16 年 9

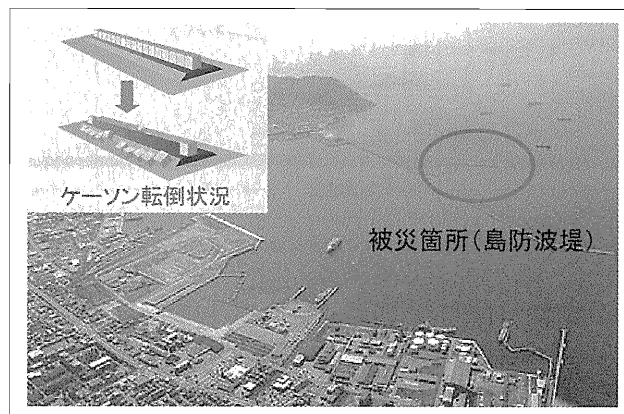


図-2 函館港外観(函館市 HP より転載)

月)により転倒したケーソンの被災状況を深淺測量結果により把握し、その結果をもとにグラブ浚渫船により撤去処理を行う工事である(表紙、図-2)。

本工事は、グラブ浚渫船、土運船などの作業船や測量船、監視船などが稼働しており、施工、出来形、品質管理データ等の膨大な施工情報が日々蓄積される。そのため施工管理上、それら施工情報を迅速に取得し、整理、解析を行い、次工程に反映させることが重要な課題であった。これら施工管理上の課題を解決させるため、ベルーガネットを利用し、測量船と現場詰所、事務所、起重機船をネットワーク接続し深淺測量結果をリアルタイムに提供した。

2. システム概要

(1) システム構成と運用に際しての技術的課題

本システムは、現場施工区域で稼働するグラブ浚渫

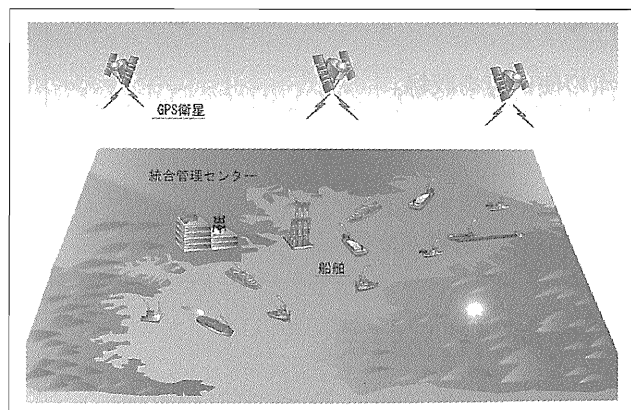


図-1 システムイメージ

船と測量船に長距離用無線 LAN (2.4 GHz 帯) を、事務所と測量船間は携帯電話をそれぞれ搭載しており、ネットワーク環境を構築している。これにより、測量船で取得する GPS、方位計、ナローマルチビーム測深器、モーションセンサ等の各種計測値情報と深浅測量結果 (コンタ図) を送信することが可能となっている。

既存の事務所間や事務所内データ通信技術と比べ、常に移動を伴う作業船に適用することや、動揺や塩害等が発生する厳しい現場作業環境に精密機械を長期的に適用すること等による作動不良の早期発見や解消、データ送信の不確実性の解消を図ることが技術的に課題であった。そこで、上記課題への対応として双方向通信機能を付加したシステムの開発を行い、現場運用を行った。図-3 にシステム構成を示す。

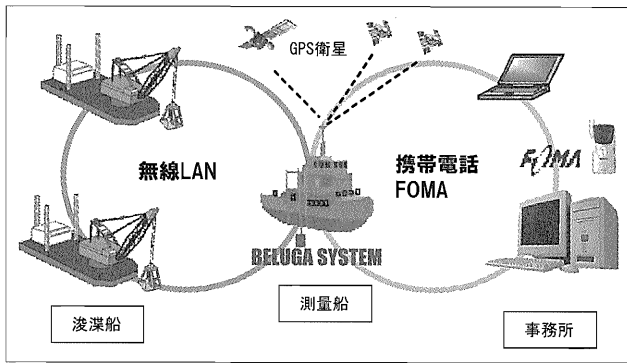


図-3 ベルーガネットシステム構成

(2) システム機能

本統合情報化システムの各端末の詳細について以下に示す。本システムでの端末は、移動局 (測量船) とモニタ局 (グラブ浚渫船) 及び基準局 (事務所) から構成される。

取得された施工情報は、移動局から2秒毎に自動送信され、基準局及びモニタ局にてリアルタイムに状況を把握することができる。

(a) 移動局 (測量船)

各種計測機器が搭載されており、ベルーガシステムによりデータの取得を行っている (図-4)。ベルーガシステムとは、海上施工管理データの取得を目的として当社で独自に開発された、収録、解析、施工管理を行う統合システムである。

本システムは、測定データ (図-5) をリアルタイムに施工へ反映させるため、解析処理作業が高速化されたことに大きな特徴があり、測量船上で最終解の算出、3次元地形、構造物等の可視化が可能である。

(b) モニタ局 (グラブ浚渫船)

モニタ局は、デッキに設置された PC モニタで測量船より送信された測量結果をリアルタイムに確認し把握



図-4 ベルーガシステム構成

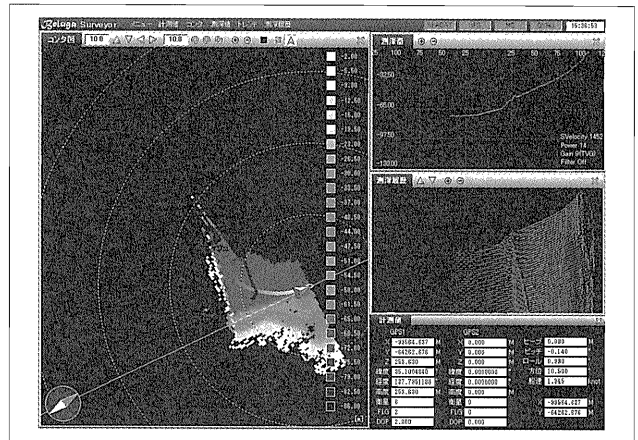


図-5 ベルーガシステム測量画面例

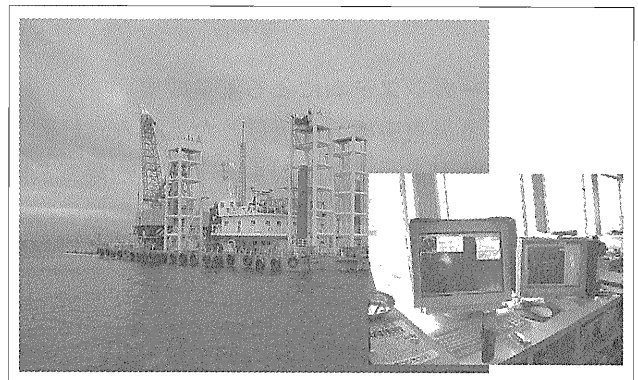


図-6 グラブ浚渫船モニタ設置状況

することができる。図-6 にモニタ設置状況を示す。

(c) 基地局 (事務所)

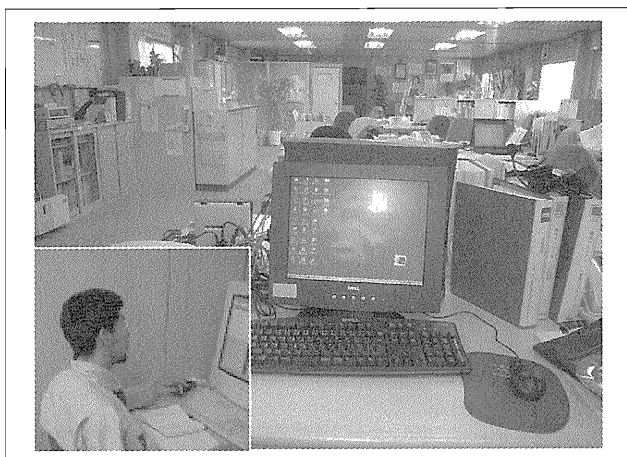


図-7 事務所内モニタ設置状況

移動局から自動送信された施工データは、事務所のサーバPCに自動保存される(図-7)。

以下に基準局の特長を示す。

①施工情報の表示

測量船への各種設定項目(施工区域, 施工地盤高等)や取得施工情報(施工位置, XYZ座標, 速度, 方位, 進捗率, 終了予定時刻等)をリアルタイムに表示することができる。

②双方向データ通信

双方向データ通信機能により, 測量船への各種設定(施工区域, 測量箇所, 施工地盤高, 誘導位置等)を基準局で実施できる。また, 航路の確認や指示, 予定変更等の情報を直接オペレータに送信すること(メッセージ送信機能)が可能である。双方向通信では, 送信中にデータが途切れた場合, 自動的に再受信を行うオート受信機能を備えている。

③軌跡再生機能

施工日, 時刻を指定することにより, 測量船の測量状況を再現することが可能である。

3. システム適用結果

(1) ベルugaシステムによる測量成果

潜水士による調査を事前に実施したところ, 転倒したケーソンの状況を正確に把握することは困難であった。そこで, ベルugaシステムによる深浅測量を行った結果, 400mのエリア(27函)のうち375.5m(25函)が転倒しており, また, 湾側だけでなく沖側にも転倒していることが確認できた(図-8)。

図-9に本施工に適用したシステムの適用範囲を示す。この図からも分かるように, 測定データを整理・解析した成果が次工程に反映されるため, 迅速かつ正確に測量結果を出力する必要がある。本施工では, ベ

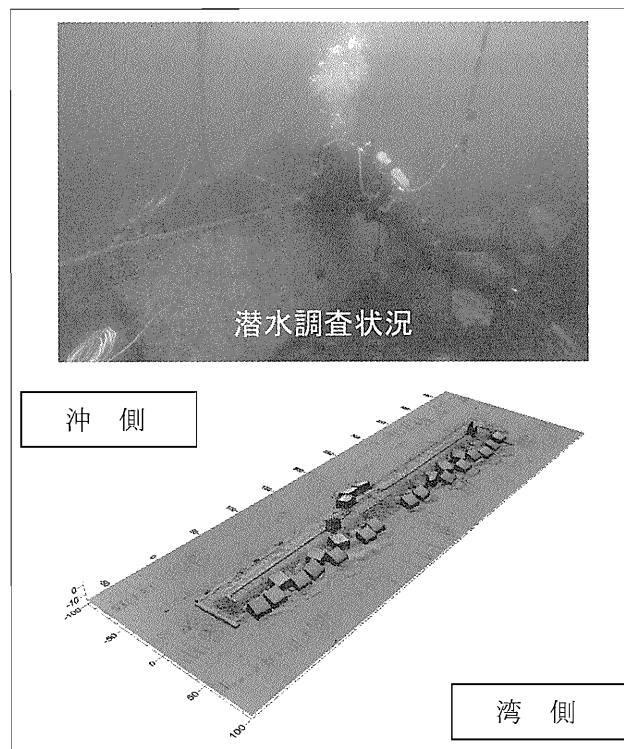


図-8 事前測量結果(鳥瞰図)

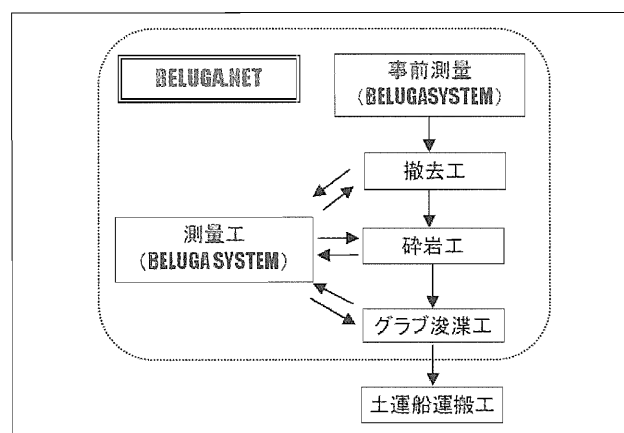


図-9 施工フロー

ルgaシステムの測量成果を日々事務所及びグラブ浚渫船モニタに表示しながら施工を行った。

図-10, 図-11にケーソンが撤去される状況変化をコンタ図にて示す。

(2) ベルugaネット導入による成果

データ通信については, 移動局と基準局との間に障害物(他の施工重機等)がある場合に一時的にデータが途切れる現象が発生した。しかし, データ送信状態を基準局モニタに表示させることにより, 基準局からの再送信指示(双方向データ通信機能)により欠損データを再受信することができシステム運用上大きな障害とはならず済んだ。今後は, リアルタイムに施工情報を取得することが可能であった。

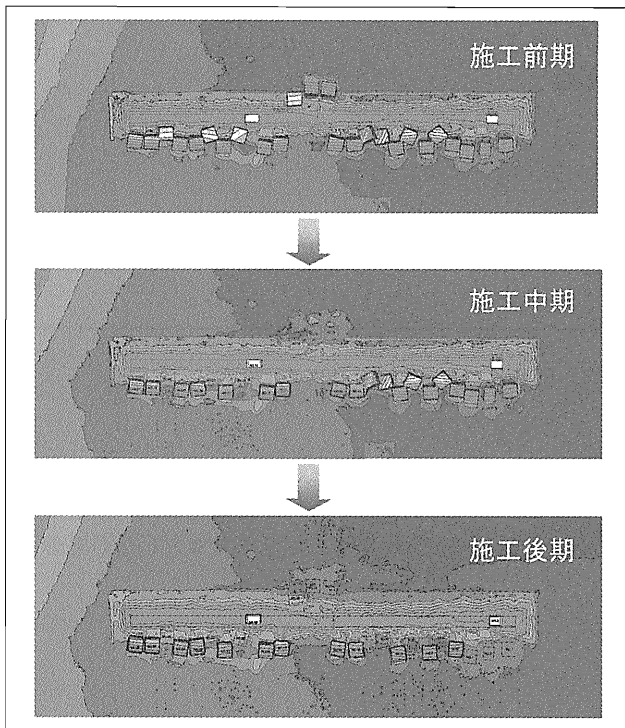


図-10 ケーソン撤去経時変化



図-11 ケーソン撤去状況

また、情報の把握、確認がリアルタイムであるため、施工完了後に計測機器の作動不良等による計測データの欠損に遭遇することなく、確実な施工情報の管理を実施することが可能であった。また、双方向データ通

信機能により、リアルタイムの施工状況の把握による作業終了予定時刻の確認や各種設定及び測量員への指示等が直接、遠隔で行えることから効率的な作業計画および配置を実現することが可能となった。

さらに、測量船への各種設定作業やデータ収集作業は遠隔操作で行うため、海中墜落災害の防止や作業人員の削減および施工効率の向上を図ることも可能となり現場施工を進めるうえで多くの成果を挙げることができた。

4. おわりに

今回当社の開発したブルーガネットを實現場に適用した結果、耐震・耐塵埃型の機器を用いることによりシステム上の作動不良は確認されず、データ欠損等も発生しなかった。また本システムにより施工効率および安全性の向上、取得データの一元管理等様々な利点を確認することができた。今後は、大規模造成工事を含め、第二東名工事や羽田再拡張工事への導入など多方面での適用を目指したい。また、遠隔操作の特長を最大限に活用し、監視カメラ、レーザ計器、GPSを用いた無人化システムの開発を行い災害時への適用等、様々なニーズに応じたさらなる技術開発を実施する計画である。

本技術の現場運用に際しては、北海道開発局ならびに東亜建設工業株式会社北海道支店の関係各位の方々にご指導、ご協力いただいた。感謝の意を表する次第である。

《参考文献》

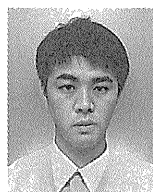
- 1) 増田 稔・島村 明・藤山 映：インターネット技術を用いた情報化施工システムの紹介，東亜建設工業土木本部技術発表会論文，p. 2，2005. 11
- 2) 藤山 映：統合情報化造成工事施工管理システムの開発—関西国際空港2期空港島埋立工事（二次揚土その2）での運用—，近畿地方整備局管内技術発表会論文，pp. 3~4，2005. 6

JCMA

【筆者紹介】



増田 稔（ますだ みのる）
東亜建設工業株式会社
土木本部
機電部
電気課
課長



藤山 映（ふじやま えい）
測位衛星技術株式会社
戦略営業部（東亜建設工業土木本部機電部付外向）