

高性能水中位置管理機能搭載ブロック据付支援システム WIT B-Fix Neo

若築建設株式会社 建設事業部門 技術部 技術研究所 ○土屋 洋
建設事業部門 技術部 知財管理課 坂井 崇

1 はじめに

国土交通省は、港湾事業において ICT を全面的に活用する工種のひとつとして、ブロック据付工を挙げている。水中におけるブロック据付工事を支援するための ICT 活用システムは、現場導入開始より既に 10 年以上の実績を持っており、信頼性の高いものが運用されている。しかし、ICT 活用工事で求められる機能に加え、技術提案できる高度な技術が求められる近年では、これに十分に対応できるように、要素技術の追加や既存の機能の改善が課題となっている。

港湾工事に用いられる ICT 活用システムであるブロック据付支援システムでは、吊荷の位置をクレーンブームトップの位置で管理するものが主流である。この方式は、ワイヤーの振れ等により、ブームトップの位置は正確に把握できても、吊荷の位置は正確に把握できない場合がある。そこで、吊荷の位置を高性能水中位置検知装置によって直接測位する機能を持つブロック据付支援システム「WIT B-Fix Neo (Wakachiku Information Technology Block Fixation System Neo)」(NETIS : KTK-210007-A) を開発した。本稿は、高性能水中位置検知装置をはじめとした構成技術を含め、WIT B-Fix Neo についての概要を報告するものである。

2 水中位置検知装置

電波、電磁波が拡散しやすい水中では、音響を用いた測位技術が使用される。水中位置検知装置は音響を利用するアクティブソナーの一種

で、船上の「トランスデューサ」と対象物に設置した「トランスポンダ」が音響信号をやり取りすることによってトランスポンダ位置の測位を行うものである。測位方式はいくつか存在するが、本システムは、「SSBL 方式」または「SBL 方式」と呼ばれる測位方式を採用している。

2. 1 SSBL 方式による水中測位

SSBL 方式は、Super Short Base Line 方式の略称で、Ultra Short Base Line) 方式とも呼ばれる。発信する音波の波長を基準にした複数の振動子を正確かつ規則的に配列した「トランスデューサ・アレイ」を用いる測位方式である。図-1 に SSBL 方式の水中位置検知装置の説明図を示す。

SSBL(SuperShortBaseLine)方式

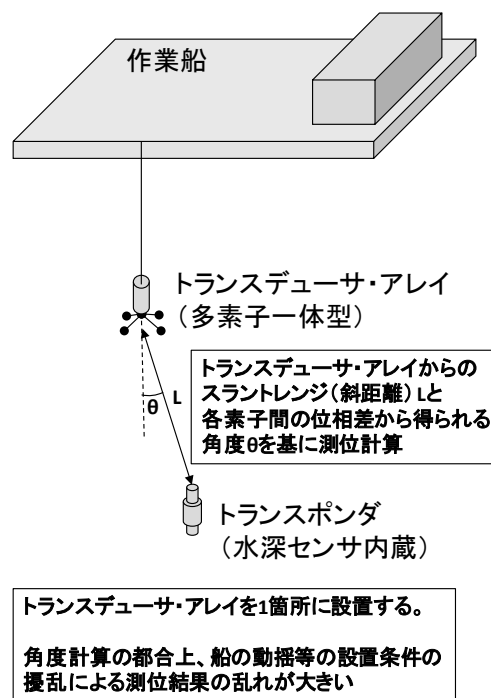


図-1 SSBL 方式水中位置検知装置

この測位方式では、トランスデューサ・アレイを船舶の1箇所に艙装し、測位対象となるトランスポンダへのスラントレンジ（斜距離）と方向角を用いて測位する。艙装が1箇所で済むため手軽に使いやすく、比較的広く普及している方式である。港湾工事で用いられる ICT 施工支援システムにおいても導入が進んでおり、主に潜水士の位置管理に用いられることが多い。十分な精度を持つ測位方式であるが、測位計算に方向角を用いることから、艙装状況や音響環境、艙装した船の動揺状況によっては測位が不安定になることもある。

2. 2 SBL 方式による水中測位

SBL 方式は、Short Base Line 方式の略称である。単素子のトランスデューサを船上の複数箇所に艙装し、測位対象のトランスポンダまでのスラントレンジ（斜距離）を複数取得し、これを用いた幾何学計算によりトランスポンダの位置を決定する。図-2 に SBL 方式の水中位置検知装置の説明図を示す。

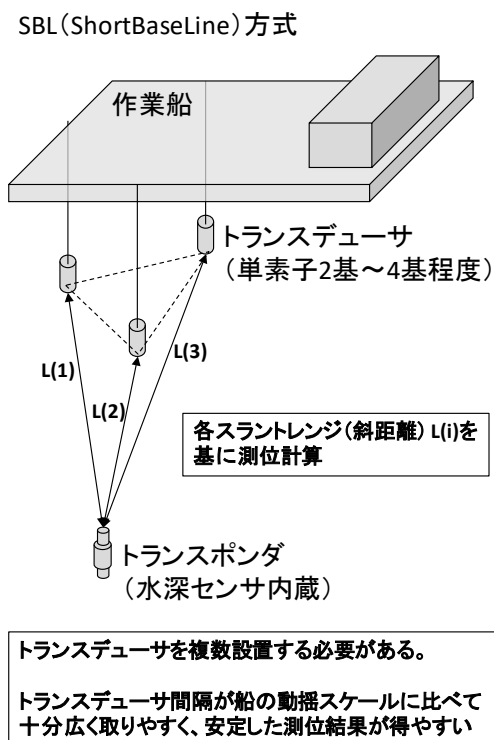


図-2 SBL 方式水中位置検知装置

SBL 方式では、測位計算の都合上、トランスデューサどうしの距離 (Base Line) を比較的長くとる必要がある。必要な距離は、測位対象水深によるが、10m~40m 程度をターゲットとした港湾工事では、短くても 10m 以上が望ましい。SBL 方式では、角度を使わず、距離のみを用いた測位計算を行う（三角測量のイメージ）ので、測位安定性が高く、安定した高精度測位が比較的容易である。

3 施工支援システム「WIT B-Fix Neo」

「WIT B-Fix Neo」は、水中位置検知装置、GNSS 等を組み合わせ、ブロック据付工をはじめとした水中構造物の据付に適用できる施工支援システムである。本システムは、SSBL 方式、SBL 方式の両方式に対応しており、測位対象、管理目的、使用船舶等の条件に合わせて適切に使い分けることができる。また、本システムで用いる水中位置検知装置は、港湾工事で対象となることの多い浅海域用に、水深 60m 程度、平面距離は半径 300m 程度に検知範囲を絞り、測位安定性や精度の向上を図っている。さらに、吊荷対象物に設置するトランスポンダには水深センサが内蔵されており、測位に用いられる幾何学計算の解の補正に有用な追加情報を得ることができる。

3. 1 システム構成

本システムの構成を図-3 に示す。基本的な構成は、以下の通りである。

1. 船位およびクレーンの吊点位置を測位するための GNSS 機器
2. 吊荷、潜水士の位置を測位するための水中位置検知装置
3. これらの機器の取得データを送受信するためのネットワーク（一部無線）

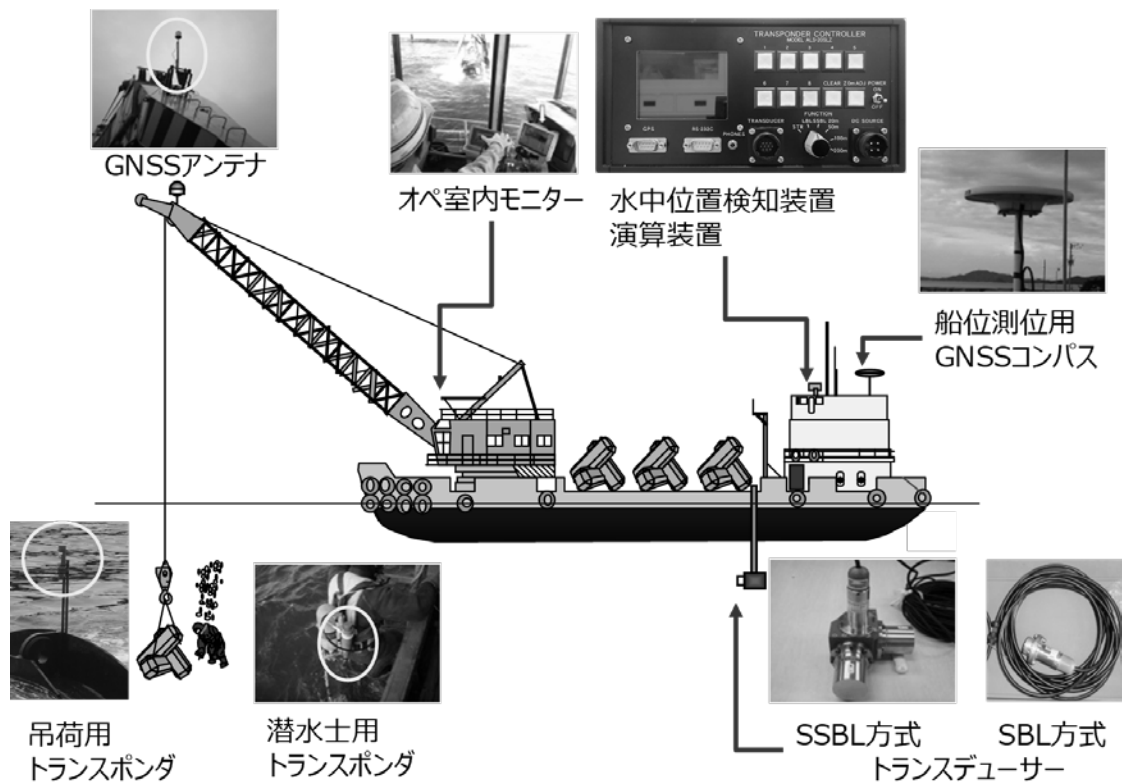


図-3 WIT B-Fix Neo のシステム構成

従来、ICT を用いたブロック据付管理システムでは、クレーンブームトップのGNSSを用いて吊荷の位置を管理する方法が多くとられていた。しかし、風や潮流等により吊荷が動揺する場合には、お互いの位置は必ずしも一致しない。これに対して、本システムでは吊荷に取り付けたトランスポンダを用いて吊荷の位置を直接測位することにより、正確な吊荷の位置管理が可

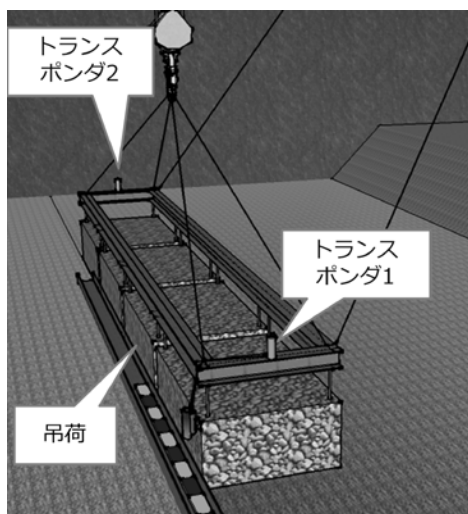


図-4 トランスポンダを複数設置した吊荷

能となる。方向管理が必要なものに関しては、図-4に示すように、複数のトランスポンダを用いることで位置、方向の管理も可能である。

3. 2 施工管理ソフトウェア

各測定機器の情報は無線、有線のネットワークによりやり取りされ、施工管理ソフトウェアの入力として、船上の任意の場所において取得可能である。また、管理ソフトウェアの画面は必要に応じてリモート共有され、管理者、作業員の持つ端末を用いて情報を共有できる。さらに、船位誘導機能、進捗管理機能等、施工管理に有用な機能を備えており、2008年に現場導入されて以来、様々な改良を重ねてきた。以下、本システムの活用例として、被覆ブロック、大型ブロックの据付について紹介する。

3. 2. 1 被覆ブロック据付

被覆ブロックの据付において、図-3のような機器構成で、SSBL方式の水中位置検知装置を用いて吊荷と潜水士の位置を管理する場合の管

理画面例を図-5に示す。潜水士はアイコンで、吊荷位置はクロスヘアラインの中心として表示され、互いの位置関係が視覚的に把握できる。トランスポンダの深度は画面下部に時系列表示されており、平面位置と併せて3次元的な位置管理が可能である。また、図中左上のように吊荷と潜水士の接近警報機能を備えており、安全管理に有用である。施工管理については、画面上の色付けとリスト表示による進捗管理機能を備えており、効率的な管理が可能である。

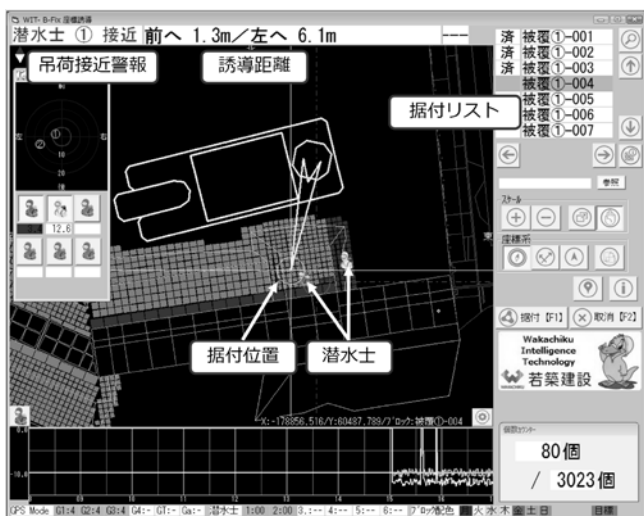


図-5 被覆ブロック据付管理画面例

3. 2. 2 大型構造物の据付

大型の水中構造物(大型ブロック)を据付ける場合の管理画面例を図-6に示す。ブロック据付位置を高精度に管理するために、図-6上に示すようにSBL方式の水中位置検知装置を用いており、据付対象のブロックには、方向管理のために2本のトランスポンダを設置している。図-6下の管理では、ワイヤーが前後に振れており、トランスポンダ基準の位置とGNSS管理の位置が、画面上下方向にずれていることがわかる。大型構造物の据付においては高精度な位置管理を求められることから、水中の吊荷位置を高精度に直接測位できる機能が有効である。半面、測位精度を出すには艀装精度や船体のロール、ピ

ッチ補正の精度が重要であり、艀装や事前キャリブレーションに労力を割く必要がある。

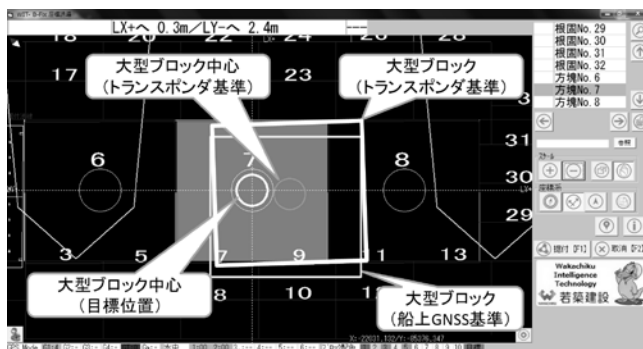
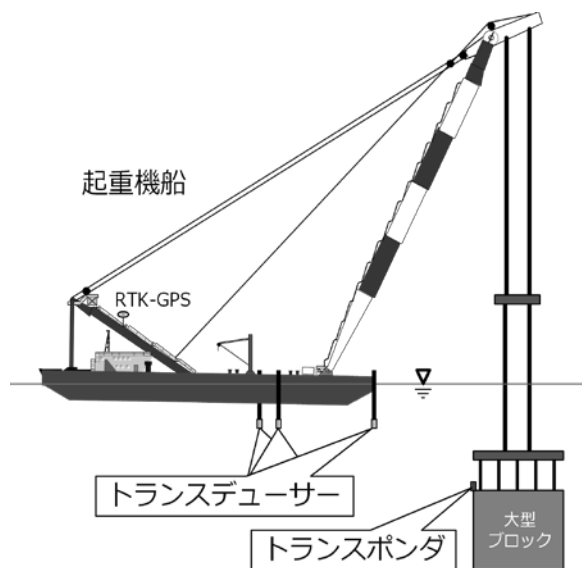


図-6 大型ブロック据付管理画面

4 おわりに

高性能な水中位置検知装置を備え、水中の吊荷位置を直接測位できるブロック据付管理システム「WIT B-Fix Neo」について、その構成機器と施工管理ソフトウェア、および活用事例を紹介した。本システムは10年以上にわたり改良を継続し、現場の需要に応えた有用な機能を実装してきた。SBL方式の高性能水中位置検知装置への対応と水中の吊荷位置の直接管理機能もそのひとつであり、2021年には機能を再整理し、新たなICT活用施工管理システムとして現場への導入を進めているところである。3Dソナー等の高度な新技術と併せて適材適所で運用し、本システムを有効に活用していきたい。