

潜水士位置管理システムの開発

東洋建設	正会員	水谷 征治
東洋建設	非会員	加藤 直幸
東洋建設	非会員	草刈 成直

1. はじめに

港湾工事における起重機船による消波ブロックの据え付け作業では、消波ブロックと潜水士の接触する危険がある。これまでは水面にあがってくる気泡の位置で潜水士の位置を確認しながらの作業が行われてきた。潜水士の水中での位置が作業船上でリアルタイムに把握できるシステムの要望が現場から求められている。

2. 開発の経緯

構造物や作業船の大型化により、潜水士の扱う吊荷の重量が大きくなったこと、水中作業の機械化が進み潜水士の建設機械との接触等の機械が格段に増えたことや、工事の複雑化・工期短縮化の要求から工事区域において複数の作業が同時に行われるようになった。このような理由から潜水士の安全対策強化が急務となっている。潜水士の安全対策を強化する上で、作業船の稼働する海域で潜水士の位置を正確に把握する必要があるが、従来の超音波を利用した水中位置計測装置は構造物周辺での使用に制限され、計測時間間隔が長く水中で移動する潜水士の位置をリアルタイムに計測できないなどの制約があった。

3. 開発の内容

(1)潜水士位置管理システム

本システムは、図-1 に示すような制御ユニットと D-GPS、レスポング及び無線 LAN 装置で構成される。潜水士に装着した発信用レスポングから発信した超音波を3つの受信用のレスポングで受信し、その時間差から発信器の位置を演算する方式の SBL 方式を使用した水中位置計測装置である。D-GPS は、船体に2カ所とクレーントップに1カ所に設置し、船体の位置とクレーンの旋回および起伏を計測する。



図-1 構成機器

レスポングを使用することで、水中位置の計測時間を1秒間隔で計測できるようにした。また艀装の方法は、従来使用されてきたトランスポングでは送受波器の固定を正確に行う必要があるが、レスポングは船体側面に錘と一緒に水中へ垂らすだけであり艀装が簡単となった。

現場では図-2 に示すように船舶に艀装する。D-GPS は、起重機船の台船に2台設置し、クレーントップには鉛直上向きにアンテナが保持されるように振り子式の取付架台で設置する。D-GPS の受信装置は無線 LAN 装置に接続しネットワーク上に計測位置情報を配信する仕組みをとった。

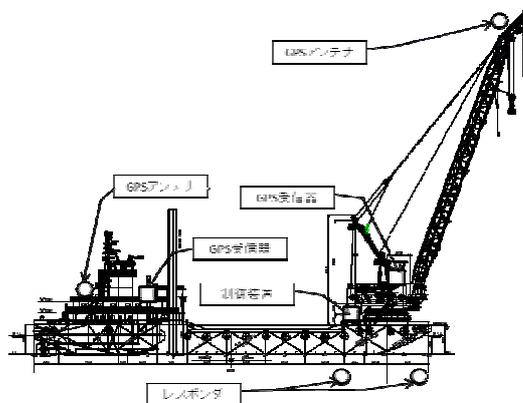


図-2 艀装図

キーワード：潜水作業，水中位置計測，起重機船，安全管理

連絡先：〒135-0064 東京都江東区青海二丁目4番24号 東洋建設(株)土木事業本部土木技術部 TEL 03-6361-2914

続することにより、クレーン操縦室といった回転する場所においても演算装置を容易に設置できるようにした。潜水士は、発信用のレスポンドを送気ホースに装着し水中作業を行う。潜水士の位置情報と吊り荷位置をリアルタイムに計測し、パソコンの画面上に起重機船と防波堤や護岸などの構造物と一緒に吊り荷と潜水士の位置を表示する。吊り荷と潜水士の位置が事前に設置した距離まで近づくとパソコンの画面と警告灯に警報を発する。表示用パソコンをクレーン操縦室に設置することで、クレーン操縦者は消波ブロックなどの吊り荷と潜水士の位置関係がパソコンの画面上で確認できる。また潜水士船に無線LANを搭載したパソコンと警告灯を設置することで、潜水士と吊り荷の位置が確認できるので、水中連絡マイクを使用して吊り荷の接近を知らせることが可能となる。

(2) 精度確認試験方法

本システムの現場適用性について次のような確認試験を行った。

1) 吊り荷の位置計測

起重機船の船体側面に検尺として測量テープを設置し、クレーンフックを目標目盛り位置に移動したときのクレーン吊り荷位置を計測する。

2) 潜水士の位置計測

潜水位置計測用レスポンド（発信器用）を1)の測量テープ目盛り1m間隔で水深5m位置に順番におろしそれぞれの位置を計測する。

3) 吊り荷と潜水士の接近警報

吊り荷位置を固定し、潜水位置計測用レスポンド（発信器用）を5m位置から1m間隔で吊り荷に近づけ、警報の鳴る位置を確認する。

(3) 精度確認試験結果

写真-1に精度確認試験結果を示す。

- 1) 画面右の中央四角形が目標位置であり、白塗りの四角形がクレーンフックの現在位置である。
- 2) 潜水位置は、目標から1m離れた位置に沈めている。
- 3) 潜水位置計測用レスポンドを1m間隔で近づけた。警報距離として3m、5mの2つの設置で試験をおこなったところ、どちらの警報距離においても正しい位置で警報が鳴ったことを確認した。

(4) 実現場での実証実験

防波堤の被覆ブロック据え付け工事において潜水士に発信器用レスポンドを装着させ、実際の海域でシステムの動作試験をおこなった。発信器用レスポンドを送気ホースに装着し、潜水士の位置を計測始めたところ、潜水士の位置が安定して計測できないトラブルが発生した。このためレスポンドの先端部に発泡スチロールの浮きを取り付け、レスポンドがホースや潜水士に接触しないようにしたところ、安定して計測が出来るようになった。潜水士の送気ホースへの設置状況を写真-2に示す。防波堤付近にも関わらず、安定して潜水士の位置を計測し、吊り荷との接近時には警報を表示していることが確認できた。

4. おわりに

本システムは潜水士の位置をリアルタイムに計測することを重要視し、ケーブル式のレスポンドを使用したシステムを開発した。潜水士からは送気ホースにケーブルを取り付けることへの不安や取り付け手間に関する要望があるため、ケーブルレスな方式でリアルタイム計測が可能なシステムに改善していく予定である。



写真-1 システム画面



写真-2 潜水士発信器設置状況