

## 波浪観測装置改良工事における潜水作業の安全対策について

志布志港湾事務所 ◎惟住 智昭  
○竹下 哲平

### 1,はじめに

志布志港は鹿児島県東部に位置し、外貿コンテナ貨物取扱量は博多港、北九州港に次ぐ九州第3位、とうもろこしの輸入量は鹿島港に次ぐ全国第2位の取扱量であるなど、九州南部の物流拠点として重要な役割を果たしている（写真-1）。また、東九州道や都城志布志道路などの高規格道路の整備が進捗しており、志布志港は、九州南部の海と陸の結節点として、今後ともその役割が期待されている。

一方、鹿児島県は台風の常襲地帯であり、志布志港においても過去に台風による防波堤の滑動やうねりによる船舶の係留索の破断などが発生した。災害に対する対策の検討にあたっては、災害発生時の海象状況について把握する必要があるが、志布志港における波浪観測間隔は2時間毎に20分間の観測であるため、被災時の波浪が観測できていない場合があった。また、係留索の破断の原因と考えられるうねり等の周期の長い波を正確に把握するためにも連続した波浪記録を取得することが求められており、波浪観測装置を連続観測が可能なシステムに改良する必要性が生じた。

本報告では、水深-35mの海底面上に設置されている波浪観測装置の改良にあたり課題となった大水深下での潜水作業の安全対策について報告するものである。



【写真-1：志布志港全景】

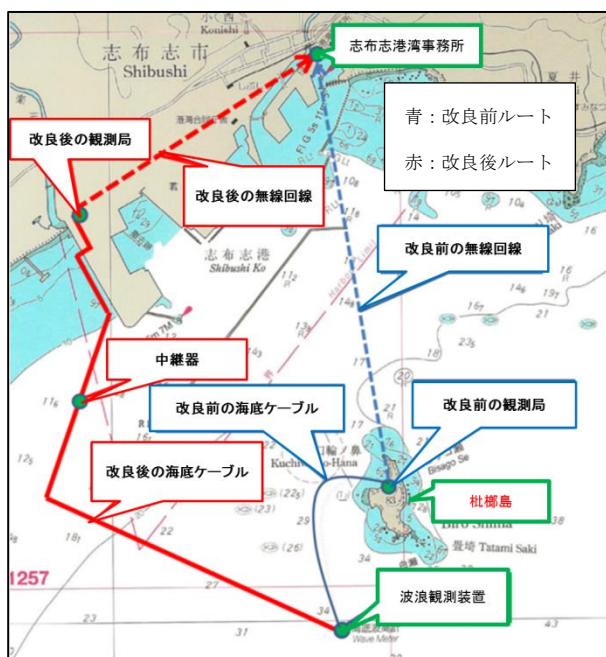
### 2,波浪観測装置の概要

志布志港における波浪観測は、志布志港湾事務所が設置された昭和55年度より開始され、港湾施設の調査、計画、設計及び工事の実施に必要な波高や波向等の情報の取得を行っている。また、取得したデータは、国土交通省港湾局・各地方整備局・北海道開発局・沖縄総合事務局・国土技術政策総合研究所および港湾空港技術研究所の相互協力のもとに構築・運営されている我が国沿岸の波浪情報網ナウファス(全国港湾海洋波浪情報網：NOWPHAS)上で公開されており、港湾工事関係者のほか、学術研究者や漁業関係者、また、一般国民の海洋レジャーにも利用されている。

波浪観測装置の設置場所は、志布志港の約7km沖合の海底であり、設置水深は-35mである。

電源は観測装置の東約 2 km に位置する無人島（枇榔島）に設置した観測小屋内のバッテリーから海底ケーブルにより供給している。

連続観測を行うには、現状のバッテリーによる電源供給ではバッテリー容量と消費電力の関係から、バッテリー交換頻度が多くなり不経済となるため、陸域まで約 7.4 km の海底を敷設し商用電源から供給することとした(図-1)。



【図-1：観測データの経路】

### 3,波浪観測装置改良工事の課題（大水深下における潜水作業のリスク）

波浪観測装置改良工事は、陸上部から水深-35mの波浪観測装置設置位置まで、海底ケーブルが 5km を超えるため中継器を介して海底ケーブルを敷設するとともに、波浪観測装置設置位置において、海上からクレーン船により吊り下げられた機器を潜水土により所定の位置に誘導・設置し海底ケーブルと接続する作業を行う(写真-2)。これらの作業においては潜水土による作業が不可欠であるが、特に水深-35mという大水深下での潜水作業においては、減圧症など高気圧障害の発症リスクが高くなる。また、このような大水深下での作業では、船上から潜水土の位置や作業状況を把握することは困難であるため、潜水作業の長期化や、潜水土と吊り荷との接触のリスクも高まることから、減圧症への対応とともに吊り荷と潜水土との接触防止対策などの安全対策を講じることも必要であった。



【写真-2：海底ケーブル埋設作業】

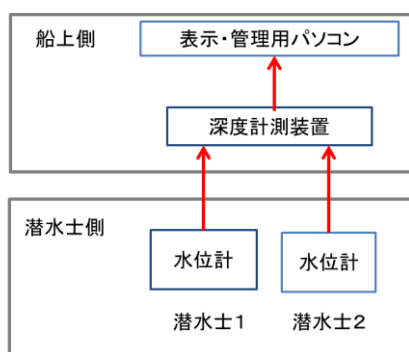
### 4,波浪観測装置改良工事の安全対策の工夫

#### 4.1 潜水土の作業深度、作業時間及び浮上時間の管理

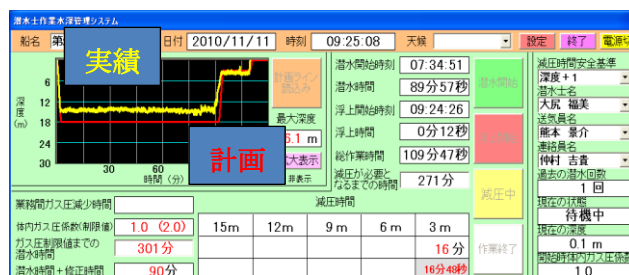
潜水作業は、水深が深いほど減圧時間を長くとる必要があるため、潜水土ひとりあたりの潜水作業時間は短くなる。このため、多くの潜水土を配置するこ

ととなるが、潜水士が多くなると、潜水士各々の潜水履歴を把握し、適切な作業時間を管理することが困難となる。このことが潜水作業時の浮上時間の勘違いなどを生じさせ、減圧症発症の一因となることが懸念された。このようなヒューマンエラーを回避するため、予め減圧停止時間等を入力したシステムに潜水士に装着した高性能水位計の深度データを取り込みリアルタイムに表示させることで、作業中の深度や時間等を船上のオペレーターが監視することが可能なシステムを採用した(図-2,図-3)。減圧中に潜水士が減圧深度や減圧時間を誤った場合や、標準の浮上速度(10m/分)を超えると警報が作動し、オペレーターは直ちに修正するよう指示する。このシステムの採用により、オペレーターはモニタに表示された潜水計画と実績を見ながら的確な指示を潜水士に出すことができた。

また、2回目以降の潜水作業においては、前回の潜水により体内に蓄積したガス圧の増加分を考慮した減圧時間を自動計算することにより、的確な潜水可能時間を管理することができた。



【図-2：システム構成】

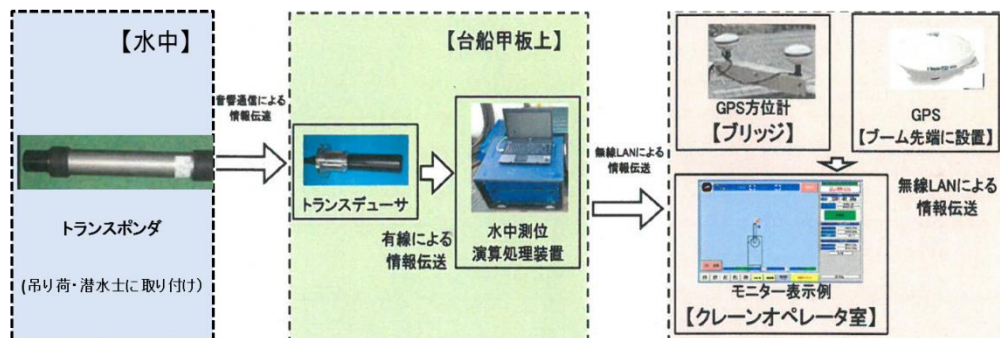


【図-3：減圧管理システム】

#### 4.2 潜水作業の見える化

大水深下の作業では、作業船上のオペレーターが、吊り荷や潜水士の位置や作業状況を把握するのは困難であることから、潜水作業時間の長期化や吊り荷と潜水士との接触事故などが懸念された。このため、潜水士の位置を作業船オペレーターに把握させるため、潜水作業「見える化」の検討を行った。

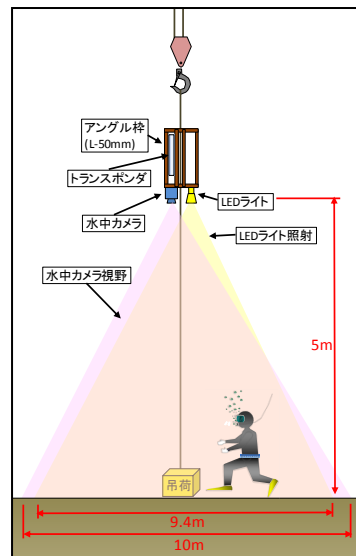
その方法は、吊り荷及び潜水士に水中での位置を把握するための送受波機(トランスポンダ)を設置すること(図-4)により、水中での吊り荷及び潜水士の位置をオペレーター室に設置したモニタ画面に表示させることで、オペレーターは潜水士の位置を確認できた(写真 3)。吊りワイヤのアンクル枠に取り付けたLED ライト・水中カメラにより、暗所での潜水作業中の視界の確保や潜水作業状況の確認を行い、吊り荷を安全に目標地点まで誘導させることが可能となった。(図-5)。



【図-4：システム構成】



【写真-3：見える化】



【図-5：潜水作業状況】

## 5. まとめ

今回報告した減圧管理システムと潜水作業の見える化は、大水深下の潜水作業における安全性を確保するうえで高く評価できるものであった。これまでも防波堤の築造工事等での使用実績はあるが、本工事における水深-35mでの使用が最も深い水深での活用であった。

平成 27 年 4 月に「高気圧作業安全衛生規則」が改正された後、減圧停止時間については、旧規則ではあった減圧表が廃止され、事業者が状況に応じて計算し、より安全な方法を設定することとなった。併せて、労働者の負担がより少ない作業方法の確立や作業環境の整備に努めることが事業者の責務として規定された。

港湾工事に必要不可欠な潜水作業従事者は高齢化しており、従事者の確保が危惧されるところ、今回の報告で、これらの安全対策の使用実績のある深度が大きく更新されたことで、潜水作業における労働環境の改善に寄与し、潜水作業従事者の人材確保に寄与すれば幸甚である。