

ボスポラス海峡沈埋トンネルの潮流予報システムの適用性

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○伊藤 一教
 大成建設(株) 技術センター 正会員 織田 幸伸
 大成建設(株) 技術センター 正会員 本田 隆英
 大成建設(株) 国際事業本部 小山 文男

1. 工事概要と研究の背景

現在、トルコ共和国ボスポラス海峡では、延長約 1.4km の沈埋トンネルが建設中である(写真-1)。図-1のように、11 函体で構成される沈埋トンネルの設置水深は最大 60m に達し、海峡の複雑な潮流は施工を困難なものにしている。

施工海域は、黒海からの淡水系海水とマルマラ海の塩水系海水により逆層流が形成され、黒海の水は上層を北から南へ、マルマラ海の水は下層を南から北へ流れる(図-2)。沈設時の新設函体の位置および姿勢は、沈設台船の係留索と函体に配置した操函索によって制御される(図-3)。沈設工は、新設函体側にある突起部材を既設函体側にある受架台に挿入することから始まる。この作業には、大水深の水中遠隔作業にもかかわらず数十ミリ以内の操作が必要である。そのため、沈設施工中の潮流速が設定値(1.5m/s)以下であることは絶対条件であり、施工可否判断を客観的に実施するため潮流予報システムを構築してきた(織田ら, 2007)。5 函の沈設工が終了した現在でもシステムの精度検証を継続しており、本稿ではその結果を報告する。

2. 潮流予報システムの概要(織田・伊藤, 2007)

本システムの全体構成は、図-4 に示すようにトルコと日本にわけられる。現地トルコでは、ボスポラス海峡の北・南端で水位、風向、風速および気圧を、施工海域では超音波ドップラー流速計(ADCP)により潮流の鉛直分布を連続観測している。これらのデータとトルコ気象庁が配信する風、気圧の予報値は、インターネットを介して日本のサーバーに送られ、48 時間先の流況をリアルタイムで予測する。予測方法は風、気圧の予報値から海峡両端の水位を予測し、これに二層流界面の位置による補正を加えて流況を予測する。予測手法の開発においては結果の速報性を重視し、高度な数値計算モデルではなく、入力(風や気圧)と出力(水位や流速)の関係を現地観測と三次元数値シミュレーションの結果をもとにモデル化する回帰モデルを採用した。



写真-1 施工海域

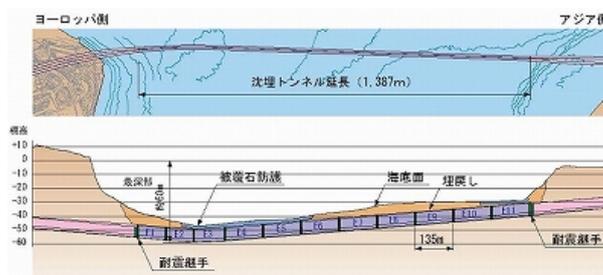


図-1 沈埋トンネルの線形および断面図

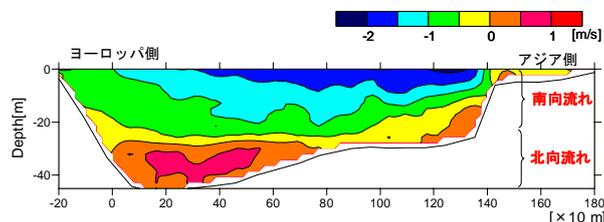


図-2 トンネルライン上の流速分布(観測値)

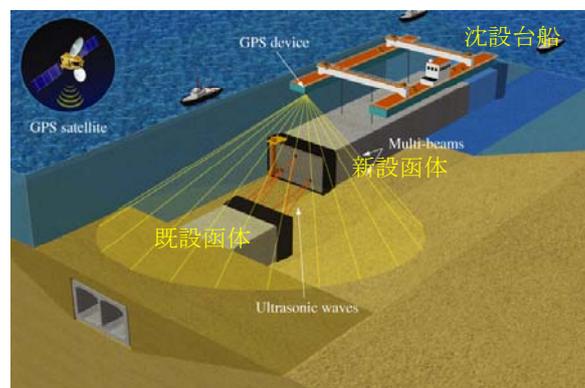


図-3 沈設工の説明図

キーワード ボスポラス海峡, 沈埋トンネル, 潮流予報システム

連絡先 〒245-0051 大成建設(株) 技術センター 水域・生物環境研究室 海洋水理チーム TEL045-814-7234

3. 潮流予報システムの精度検証

検証は毎日 2 回予報流速を実測流速と比較して行なった。図-5 (a)は ADCP を既設函体 E07 の E06 側端部函体上に設置し、それにより得られる 8m 水深の実測値と予報値を比較したものである。縦軸の負値は南向流速を正値は北向流速を示す。全体としては予測値と実測値がよく一致している。予測値が過大評価となった 17 日から 18 日の期間では、風、気圧の予報値は実測値とほぼ一致していた。17, 18 日の予測値が過大評価となっているが、これは、水深 8 m の流速が 1.5m/s を超えると水位変化に対する流速の変化の比率が小さくなるため、流速から算定される見掛けの水位差の初期値算定誤差が大きくなったことが原因と考えられる。図-5 (b)は水深 15m の平均流速について、測量船に ADCP を装着して計測したトンネルライン上の流速と予報値を比較したもので、予報値と実測値の一致度は高い。表-1 は予測値の正当率を示したものである。正当率は、48 時間先まで潮流予報が 1.5m/s 以下を示し、後に得られた観測結果も 1.5m/s 以下であった場合を正当としている。いずれの函体においても 86%以上の正当率があり、高い精度があることがわかる。

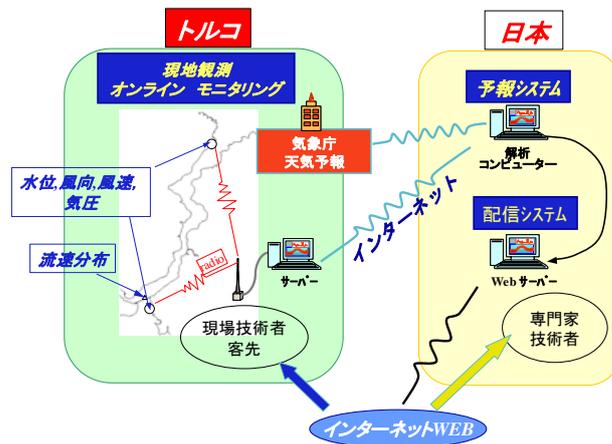
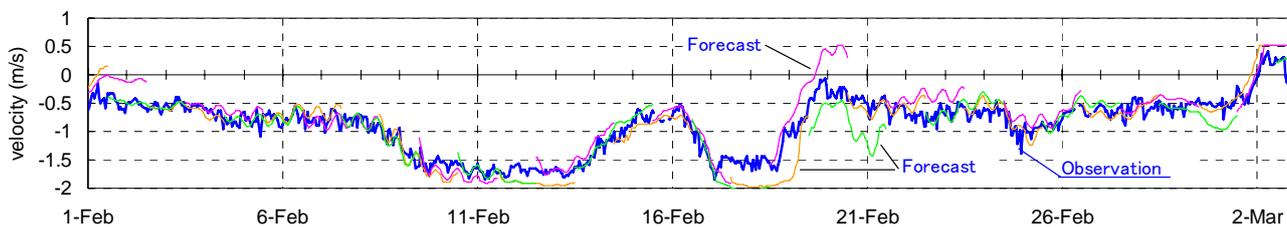


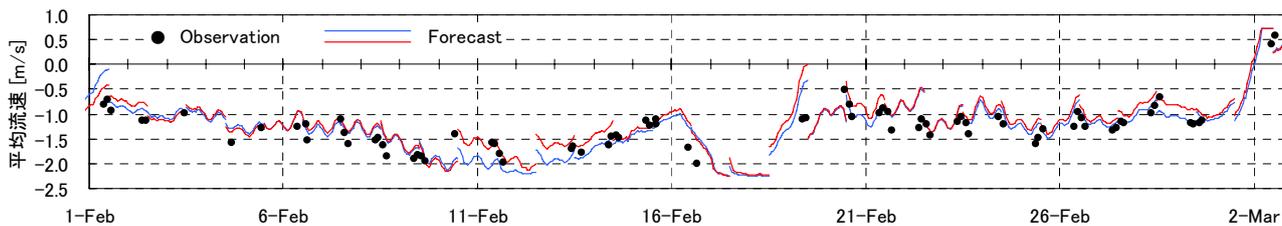
図-4 潮流予報システムの構成

表-1 潮流予報システムの検証結果一覧表

函体	検証期間	正当率
E11	2006.8.1 ~ 2007.3.24	95%
E10	2007.3.25 ~ 2007.6.30	86%
E09	2007.7.3 ~ 2007.8.17	94%
E08	2007.8.19 ~ 2007.10.11	97%
E07	2007.10.11 ~ 2007.12.3	100%
E06	2008.12.10 ~ 2007.4.1	95%



(a) 水深 8m の流速



(b) 表層 15m 平均流速

図-5 流速の予報値と実測値の比較

4. まとめ

ボスポラス海峡沈埋トンネル工事を支援する潮流予報システムの精度検証を実施した。その結果、正当率は 86%以上と高いことが確認された。

参考文献

織田ら (2007) : ボスポラス海峡横断鉄道トンネル建設工事での流況予報システムによる函体沈設の可否判断, 海岸工学論文集, Vol. 54 巻, pp. 941-945.
 織田・伊藤 (2007) : 二層流場の動的変動を考慮した流況予測手法の開発, 沿岸域学会誌, Vol. 19, No. 4 pp. 13-24.