

I-162

FC3隻吊りにおける波浪動揺の影響について

阪神高速道路公団	正会員	宮坂佳洋
阪神高速道路公団	正会員	○鈴木 徹
三菱重工業(株)	正会員	上平 悟
三菱重工業(株)	正会員	加地健一

1. はじめに

西宮港大橋は、平成6年4月2日に開通した阪神高速道路湾岸線のうち、兵庫県西宮市甲子園浜と西宮浜間の水路部を跨ぐ、支間長252m、総幅員約50mのバスケットハンドル型ニールセン橋であり、この形式では世界的にも最大規模であるとともに、設計・施工において数多くの特徴を有している。(図-1)

本橋の架設重量は、仮設材を含め、既往実績を大幅に上回る8,740tにも及ぶため、浜出し工法として、吊り能力が国内上位3位の3,000t級大型起重機船(FC)3隻による相吊り工法を採用した。(図-2)

FC2隻の場合と異なり、FC3隻の相吊りにおいては、特に、巻き上げ・巻き下げ及び前進後退時で各FCフック反力に不均等荷重が発生しないよう一元的に管理する必要があるが、FC個々に波浪動揺が生じた場合には、その変動が比較的短周期であるため、調整作業の追従は困難であると想定された。

本橋においては、従来、経験的に定めていたFCフック反力の管理限界のうち、各FCの波浪動揺による反力の変動(不均等荷重)について検討したので報告する。

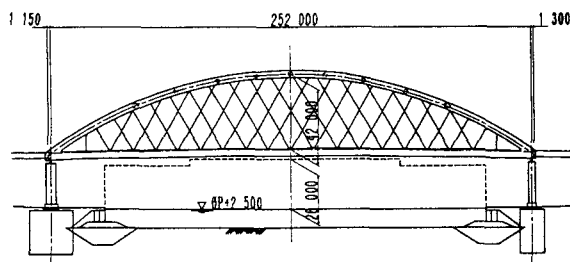


図-1 西宮港大橋一般図

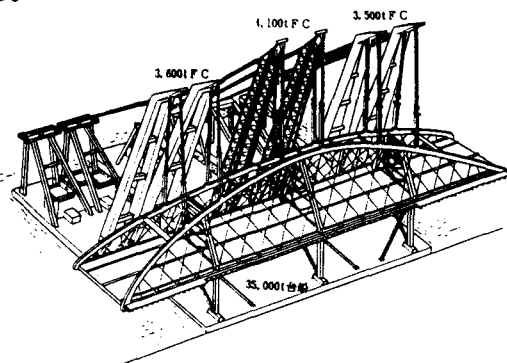


図-2 浜出し状況図

2. 解析手法の概要

(1) 解析概要

検討モデルは、橋桁と各FCを各々1個の物体とし、橋桁と各FCとの間のワイヤーロープに相当する部分にはばねを設けたモデルとした。ばね定数として、鉛直方向にはFCワイヤーの伸び剛性ならびに橋体の弾性変形相当分を考慮に入れ、水平方向には吊り荷重とワイヤーロープ長さで規定される幾何学的剛性を考慮した。各FCに静水力学的な復元力を考慮した。

本モデルに静的平衡状態を基準として波浪外力を作用させ、定常周波数応答解(各FCの6自由度の運動、フック反力変動)を算定したのち、スペクトル法による不規則波中応答量の推定を行った。

FCに作用する流体力の計算は、船舶の波浪中運動の計算法で広く用いられるストリップ法によった。尚、今回対象としたFC3隻の港内動揺では、FC相互間及び岸壁からの流体力学的干渉がありうるが、ここでは無視した。

(2)波浪外力

波浪条件はSMB法により西宮港港内発生波を推定した。図-3に示す、A、B両方向からの進入波に対し、波の反射・回折を考慮し、浜出し地点での波高分布を算定し、このうちクリティカルとなるB方向からの進入波を波浪条件として採用したものである。

B方向からの吹送距離、進入波に対する浜出し地点での波高比はそれぞれ3,560m、0.44である。表-1に解析に用いた海象条件を示す。風の影響を評価するため、風速(V_{10})と関連付けて記載している。

FCに対する波向は全方向からのものを考え、最も厳しい状態の結果で評価することとした。

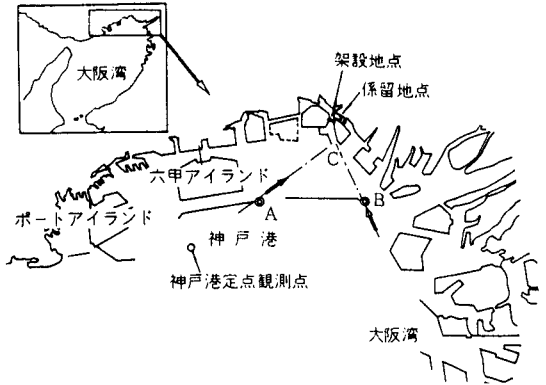


図-3 海象条件の算定

表-1 海象条件

V_{10} (m/s)	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (m)	備考
8	0.14	1.9	港内発生波
10	0.18	2.1	
12	0.22	2.3	
26	0.12	5.9	港外進入波

3. 解析結果と施工への反映

(1)解析結果

有義波高($H_{1/3}$)と周期($T_{1/3}$)をパラメーターとして、各FCの分担荷重の変動について計算を実施した。

FC1隻あたりのフック反力変動分(4フックの合計)の最大値を表-2に、中央FC(4,100t)の負担荷重の変動と海象条件との関係を図-4に示す。

(2)検討結果の施工への反映

浜出しに際しては、4フック均等に荷重を分担しないと考え、変動荷重の $\frac{1}{2}$ をフック反力のばらつきと見なして加算し、浜出し時の安全性の検証に用いた。すなわち、安全を考慮し、風速 $V_{10}=8$ m/sを作業限界風速に設定し、また、波浪などによる1フックあたりの荷重変動量を100t以内とし、浜出し時のFCフック反力管理に折り込んだ。

表-2 波浪による各FCフック反力の変動値

V_{10} (m/s)	3,600t FC (ton)	4,100t FC (ton)	3,500t FC (ton)
8	30	92	48
10	41	126	65
12	54	163	83
26	131	278	137

4. 考察

本検討を通じ、今後3隻吊り採用にあたっては、以下の事項に留意する必要があることが判明した。

- FC3隻による吊り荷は、フック反力の不均衡が発生しやすく、比較的穏やかな海象条件下においても容易に大きな変動反力が発生する。
- 波周期が長くなると波高は小さくても過大な変動反力が発生する可能性があり、施工に際しては十分な注意が必要である。

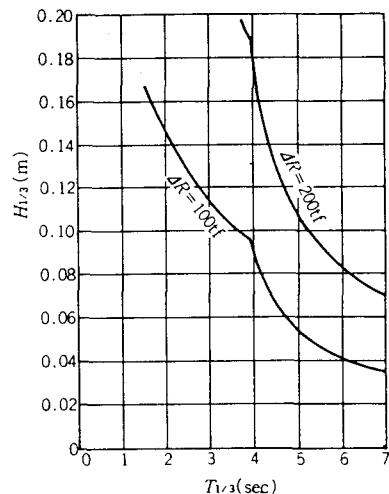


図-4 波浪による4,100tFC負担荷重変動

【参考文献】宮坂、石崎ほか：西宮港大橋の設計・施工（下）、橋梁と基礎、1993.12