

オスマン・ガーズィー橋における設計基準の策定

(株) IHI インフラシステム 正会員 ○島 宜範
(株) IHI インフラシステム 井上 学

1. オスマン・ガーズィー橋の設計方針

オスマン・ガーズィー橋¹⁾建設工事における IHI インフラシステム (IIS)の所掌は EPC 契約(Engineering, Procurement, Construction: 吊橋上下部工一式の設計から建設までを一括で請け負う)に基づく Design & Build であり, 気象・地震・地盤などの設計基本条件から請負者(Contractor)である IIS の責任で決定する必要があった。そこで, プロジェクト遂行のために各種専門下請会社を起用し, 必要な調査を含めた設計・施工を行った(図-1)。本体の設計はデンマークの COWI A/S と契約し, 設計妥当性を第三者の視点から保証するため, IDC (Independent Design Checker)としてイギリスの Halcrow Group Limited (現 CH2M, 本体構造物)及びアメリカの T.Y.Lin International (仮設構造物)と契約した。これら 3 社と協業し, 現地工事と並行しながら, Design & Build 工事の特徴の一つである非常に早いスピードで, 必要な調査・実験を含めて設計を進めた。

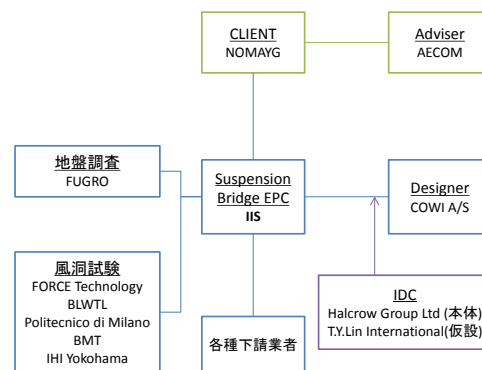


図-1: 設計関連組織概要

世界第 4 位の中央径間を有する本橋の設計にあたっては, コンクリート, 鋼材共に相当な物量となるため, 数量を如何に最適化し, 工期に与えるインパクトを最小化できるかという点が重要である。同時に, プロジェクトの完工, 高品質, 工期遵守といった IIS に対する高評価を確実にするため, 【1: 高品質, 2: 信頼できる/安全な構造物, 3: 高耐久性/容易な維持管理, 4: 景観に優れる, 5: 短工期, 6: 良いコスト効率】の 6 項目を念頭に設計を進めた。

2. 設計基準及び技術仕様書の作成

本橋は Eurocode (EN)とトルコ基準をベースに設計を進めたが, 長大橋にそのまま適用できない規定や, 規定がない項目などがあった。そこで, 客先要求事項及び設計基本条件を元に, まず初めに IIS にて設計基準 (Design Memorandum)及び技術仕様書(Technical Specifications)を作成し, それに基づいて各種設計・調達・施工を行った。

設計要領は全 4 部構成で, 1: 構造物(上下部工), 2: 電気設備, 3: 機械設備, 4: SHMS (Structural Health Monitoring System, 構造健全性モニタリング)からなっている。なお, これらの設計基準に対しても IDC による妥当性保証を受けた。

技術仕様書は全 34 部からなり, 主構造から付属品, 橋面工, 電気・機械設備に至るまで多岐にわたっている。客先要求事項, 各種国際基準に加えて, 設計にて考慮した各種前提を達成するために必要な製作精度など, 製作下請への発注仕様となる内容を反映した。また, 本書を用いて施工中の品質管理を行った。

3. 設計基本条件の設定

本章では設計基本条件の確定に際して行った主要な調査について概説する。なお, 地盤調査については Cetinkaya らの結果²⁾を参照のこと。

1) 耐風安定性

架橋地点の設計風速等は, 近隣気象台における 30 年にもわたる観測データを元にした分析及び確率的アプローチによって決定した(図-2, 図-3)。その結果, 再現期間 100 年に対する 10m 高さにおける 10 分

キーワード 長大吊橋, BOT 事業, Eurocode, Design & Build, デザインビルド, リスクアナリシス

連絡先 〒108-0023 東京都港区芝浦 3-17-12 吾妻ビル

TEL: 03-3769-8660

FAX: 03-3769-8661

間平均風速を 25.4m/s とした。設計風速は、補剛桁高さ(E.L.77m)では 38.6m/s、塔頂部(E.L. +252.2m)では 43.8m/s に相当する(ガスト無し)。これを踏まえて主塔、補剛桁、全橋モデルを用いた風洞試験を行い、耐風安定性の確認、桁断面の決定、設計に用いる各種空気力係数の算出を行い、設計基準に反映した。

2) 補剛桁の疲労設計

本橋の疲労設計は耐用年数 100 年を想定した疲労耐久性を確保することに加えて、トルコの厳しい交通特性を反映した。EN に規定される条件に加えて、第 2 ボスポラス橋(写真-1)で実施した交通量調査結果を反映した疲労荷重モデルを作成した。EN 及び UK National Annex に基づく荷重モデルより大型な車両交通が確認され、また各車線における大型車の分布比率も異なる結果が確認された。結果として、デッキプレート及びダイヤフラムの増厚とともに、部分的にトラフのスカラップ仕上げが必要となった。

3) 船舶衝突

架橋地点は、湾奥の工業地帯・軍港への船舶の出入りが多いため、関連当局から当該海域における船舶交通量の情報(AIS データ)を入手し、種別・ルート・シナリオの組合せに対する船舶衝突に対するリスクアナリシスを実施した。

4. リスクアナリシスに基づいた設計荷重の設定

本橋では表-1 に示す 2 種類の安全思想のどちらかを満足するようにリスクアナリシスに基づいて設計を行った。

Design Strategy-2 は適用可能な規定や事例が無い特定なリスクを対象としており、3. 3)で述べた船舶衝突をはじめとする各種のリスクに対して、ユーザー(通行道路・船舶交通、管理者など)へのリスクを適切なレベルにする、且つある期間の橋の通行止めが必要となる事故の可能性を適切なレベルにする、という思想で設計を行った。これを満足する結果として各種終局状態における荷重組合せを設定し、設計基準に反映することで、本プロジェクトの特性に即した設計を達成した。

5. まとめ

本橋では Design & Build の長大吊橋建設に取組み、EPC コントラクターとして設計基準の策定から行った。プロジェクトごとに特性は様々であるが、本稿が今後の Design & Build プロジェクトを遂行する上で一助となれば幸いである。

参考文献

1) 柳原ら、オスマン・ガーズィー橋(トルコ) プロジェクト概要、土木学会第 72 回年次学術講演会、平成 29 年 9 月
2) Cetinkaya ら、オスマン・ガーズィー橋の地盤・地震、土木学会第 72 回年次学術講演会、平成 29 年 9 月

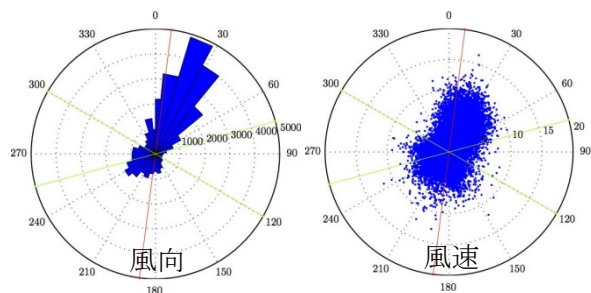


図-2: 観測データ(北側地区気象台)

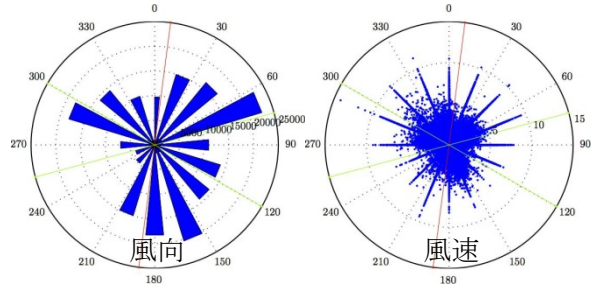


図-3: 観測データ(南側地区気象台)



写真-1: 第 2 ボスポラス橋の交通状況

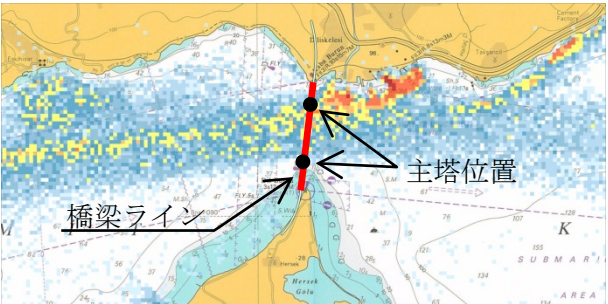


図-4: 航行船舶データプロット

表-1: リスクの分類

Design Strategy-1	Design Strategy-2
- 自動車荷重	- 火災
- 風	- 爆発
- 温度	- 危険物の流出
- 水位上昇・波浪	- 船舶衝突
- 地震	- 航空機衝突
	- ハンガー・主塔への自動車の衝突