

I - A256 長大吊橋のPWSハンガーのガスト応答解析による累積疲労照査

長 大 正会員 近藤 脩
 国際建設技術協会 正会員 奥田 基
 （前本四公団）
 本州四国連絡橋公団 河口 浩二
 長 大 正会員 山崎 武文

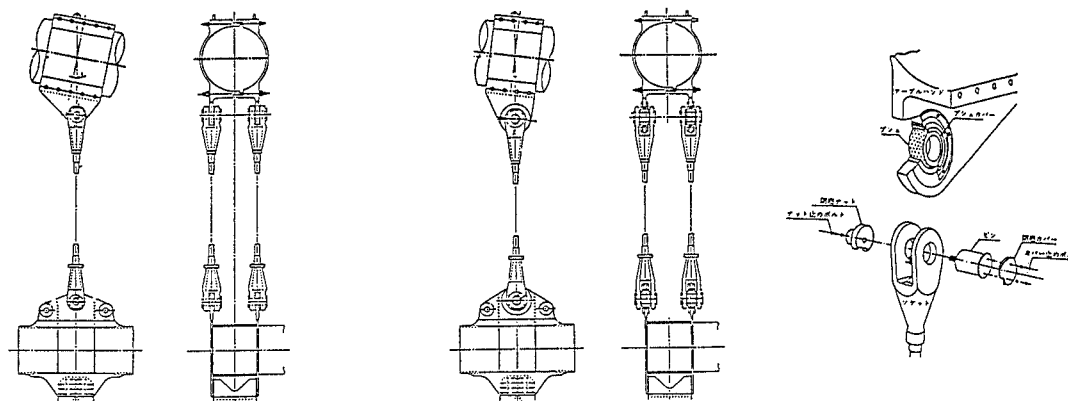
1. まえがき

本州四国連絡橋の明石海峡大橋と来島大橋では、ハンガー材料として従来のCFRCに代えて、斜張橋で多用されているPWSを採用した。PWSハンガーは、高強度で維持管理面で優れているという利点がある反面、風荷重により支間中央付近では比較的大きな曲げ応力が発生するという特性がある。

本研究では、明石海峡大橋を対象にして、吊橋全体系の立体骨組みモデルに対するガスト応答解析を行ってこれまでほとんど研究発表がなされていない、変動応力による長大吊橋のPWSハンガー定着部の累積疲労損傷に対する安全性の確認を行った。

2. PWSハンガーの定着構造

PWSハンガーの定着構造として、一方向（橋軸方向）ピン定着構造と全方向回転可能なユニバーサルジョイント構造の2種類について、ハンガー定着部の疲労への影響度を比較した。



ピン構造

ユニバーサルジョイント

3. 解析方法および着目点

本研究は、ハンガーおよびハンガー定着部という細部構造を対象とするので、解析モデルは2本ハンガーを忠実に評価した立体骨組みモデルを採用した。補剛桁に関してはフィッシュボーンモデルとした。

ガスト応答解析は、抗力・揚力・空力モーメントの3成分の解析を個別に行い、後で3成分の応答値の合成を行った。¹⁾

照査着目点は中央径間中央部と、中央部から約200m主塔寄りの2点とした。

[キーワード] PWSハンガー、ガスト応答解析、累積疲労照査

[連絡先] 〒103 東京都中央区日本橋蛸殻町1-20-4 TEL03-3639-3440 FAX03-3639-4695

4. 風特性の分析と解析条件

現地風観測結果（1989.5.19～1990.5.18）を分析し、次のような条件で解析を行った。

- ①風向の生起確率：ウインドローズ $P_D=0.65$
- ②風速の頻度分布：ワイブル分布 P_v ($C=5.73$, $K=1.48$)
- ③応答振幅の極値分布の確率密度関数：レイリー分布
- ④応答の標準偏差：平均風速の2乗に比例

5. ガスト応答値の合成

抗力・揚力・空力モーメントの3成分のガスト応答値の合成は、次式により求めた。

$$3 \text{ 成分のガスト応答値} = \text{平均応答値の和} + \sqrt{\text{ガスト応答増分の2乗和}}$$

6. ハンガー定着部の応力

ハンガー定着部の応力は、ハンガー張力による引張応力とハンガー定着部の角折れによる曲げ応力との合計で求めた。

ハンガー定着部の曲げ応力は、1素線を対象とした Wyatt の理論式²⁾に、素線の集合体としてのケーブルに対する低減係数 α ³⁾ を乗じた次式により求めた。

$$\sigma_B = 2 \phi \sqrt{E \cdot \sigma_T} \cdot \alpha$$

ここに ϕ : ハンガー定着部のハンガー折れ角

σ_T : ハンガー張力による引張応力

α : 曲げ応力度の低減係数 (=0.6)³⁾

7. 累積疲労照査条件

PWS ハンガーの累積疲労照査は文献⁴⁾に基づいて、次のような条件で行った。

- ①PWS ハンガーの耐用年数： $T=200$ 年（半永久構造部材）
- ②S-N 曲線の勾配を表すための定数： $m=5$
- ③基本許容応力範囲： $\sigma_o=25\text{kg/mm}^2$
- ④各風速での応力振幅範囲： σ
- ⑤応答の振動数： f
- ⑥累積疲労に対する指標： $\gamma = T(\text{sec}) \cdot f \cdot \sum \sigma_i^m \cdot P_{vi} \cdot P_D / 2 \times 10^6 \cdot \sigma_o^m$

8. 累積疲労照査結果

	定着構造	支間中央部	中央部から約200m	判定
CASE 1	ピン	0.516	0.020	< 1
CASE 2	ユニバーサル	0.580	0.020	< 1

9. 考 察

ガスト応答解析による累積疲労照査に対する安全性は、十分であることが確認できた。

また、全方向回転可能なユニバーサルジョイントを用いた場合、一方向ピンに比べて曲げが卓越する支間中央部では、一定の効果があることが判明した。

なお、中央径間中央付近はハンガー長が比較的短く、塗装や取替えに特段支障がないことから、実際にはCFRCを採用している。³⁾

- 参考文献 1) 明石海峡大橋耐風設計要領・同解説：平成2年2月 本州四国連絡橋公団
- 2) 本州四国連絡橋上部構造に関する調査研究報告書 別冊2 吊橋のケーブルに関する検討
：昭和53年3月 土木学会
- 3) 河口浩二・福永 勲：明石海峡大橋のバンド・ハンガー構造（その1）（その2）
本四技報 VOL.18, 19 NO.70, 71 '94.4.7
- 4) 鋼構造物の疲労設計指針・同解説：（社）日本鋼構造協会編 1993.4