

I - 551 超長大橋の設計上考慮すべき対風応答と新形式橋梁の提案 ～その3 重力による復元力を利用した中央支間5000m級超長大橋の提案～

石川島播磨重工業 正員 樋上 琇一
石川島播磨重工業 正員 宇野名右衛門

1. まえがき

従来橋梁形式の超長大橋で設計上考慮すべき検討項目として、これまで重要視されてきたフラッター耐風性以外に、ダイバージェンス耐風性、活荷重による桁ねじれ変位に対する使用性も重要因子であることが明らかとなった¹⁾。これらの問題は吊橋全体のねじれ剛性を増加すれば解決される。ここでは、重力による復元力を利用して吊橋全体のねじれ剛性を高めた新形式橋梁「重力剛性桁」を提案し、中央支間長5000m級の超長大吊橋に適用した場合の有効性を示す。

2. 吊構造部軽量化と経済性の関係

中央支間長が長いほど死荷重に占めるケーブル重量の割合が高くなる。ケーブル強度 200kgf/mm^2 、安全率2.2のときの吊構造部重量とケーブル重量の関係を図-1に示す。ハンガーおよびケーブル付属品の各重量は含まれていない。吊構造部重量を 30tf/m から 20tf/m に 10tf/m の軽量化を図った場合、2000m吊橋ではケーブル重量は 3tf/m 低減するのに対し、5000m吊橋では 14tf/m 低減し、死荷重として 24tf/m の軽量化が可能となる。このように5000m吊橋では吊構造部重量の軽量化によりケーブル重量を大きく低減できることが特徴である。

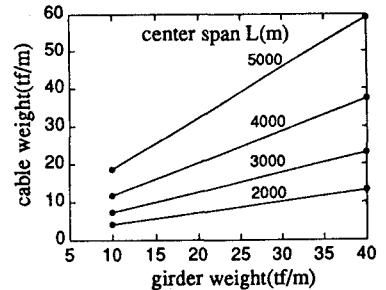


図-1 吊構造部重量とケーブル重量の関係

3. 重力剛性桁の構造概要

図-2に重力剛性桁の概念図を示す。門型フレームを設けてハンガー定着点と吊構造部重心の距離を大きくすることにより、桁がハンガー定着点付近を中心に回転すると振り子の原理で復元力が発生する。桁幅は 16.75m （上路下路3車線ずつ計6車線）であり作用空気力の低減が図れる。桁のねじれ剛性は不要になるので桁形状は箱桁である必然性はなく、設計に自由度を持たすことができ、死荷重の軽量化が可能となるメリットがある。さらに活荷重による桁ねじれ変位の問題も解決できる。表-1にねじれ対称1次振動モードを従来形式箱桁吊橋と比較して示す。

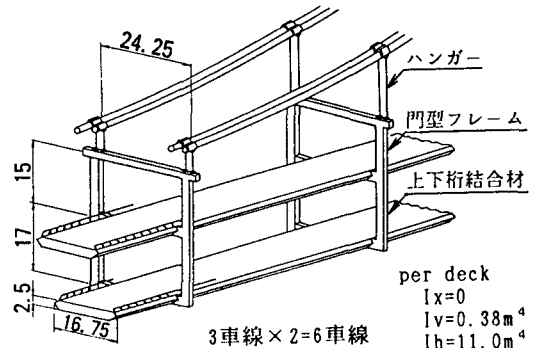


図-2 重力剛性桁の概念図

表-1 振動モードの比較

	従来形式桁	重力剛性桁
上流側ケーブル鉛直方向		
下流側ケーブル鉛直方向		
上流側ケーブル水平方向		
下流側ケーブル水平方向		
桁鉛直曲げ		
桁水平曲げ		
桁ねじれ		
振動数	0.068 Hz	0.108 Hz
一般化質量	13796 tfs ² /m	5926 tfs ² /m

4. 重力剛性桁の対風応答

図-3に吊構造部重量が25tf/mのときの対風応答を示す。設計風速における静的変位は従来形式箱桁吊橋¹⁾と同程度であった。フラッター耐風性は中央支間長が長くなっても低下せず、所要の安定性が確保できる。また、門型フレームを設けることによってフラッター発現風速の大幅な向上が認められる。ダイバージェンスは設計風速の2倍まで発生しない。なお、門型フレームと上下桁結合材には大きな断面力は作用しないので、吊構造部断面が一体的な挙動をするための剛性を有するものであればよい。

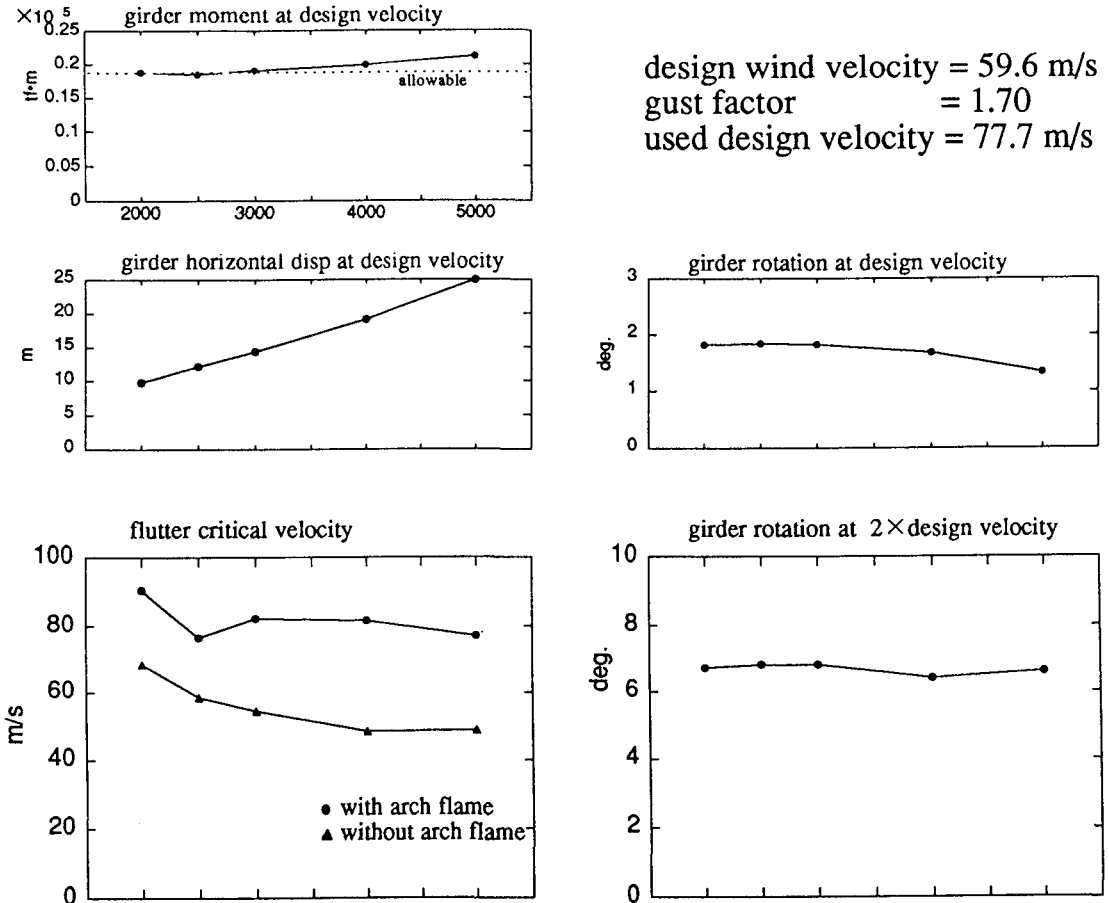


図-3 重力剛性桁の対風応答特性

5. あとがき

中央支間5000mの超長大橋として重力による復元力を利用した重力剛性桁を提案し、解析検討によりその有効性について述べた。しかし、今回解析に用いた諸元は概算値であるので、今後空気力も含めた詳細な検討が必要である。また、塔は超高層構造となり、その剛性は吊橋全体挙動に大きな影響を及ぼすので、塔構造のさらに詳細な設計検討が別途必要である。

参考文献

- 1) 松田, 樋上, 宇野: 超長大橋の設計上考慮すべき対風応答と新形式橋梁の提案～その1 設計上考慮すべき対風応答～, 第49回土木学会年次学術講演会概要集, 平成6年9月