

I-210

エッジガーダー斜張橋の基礎的検討

阪神高速道路公団 正会員 杉江 功 北沢正彦
 新構造技術（株） 正会員 若狹 忠雄 渡辺 実

1. まえがき

近年、北米等では構造の合理性や経済的理由から、ケーブル定着位置にのみ主桁を配置したエッジガーダー斜張橋が、よく建設される傾向にある。しかし、その桁高・支間比は極端に小さい¹⁾等、これまでの日本における実績からは受入れ難い点が多々ある。そこで本文では、この形式において主桁を鋼及びPCとした場合（以下メタル案、PC案と略記）について、その有意性や問題点について基礎的な検討を行った。

2. 基本構造

表1に構造諸元、図1に主桁断面を示す。この形式の基本的な考え方は、主桁に作用する曲げモーメントをできる限り小さく抑える事である。このために、マルチケーブル方式として吊り間隔を短くし、主桁の剛性を小さくする必要がある。主塔は構造全体としての剛性を高めるために、また座屈安定性からもRC構造とした。横桁は、死荷重軽減のため鋼構造とした。支持形式は、塔部支点に不連続で大きな曲げモーメントを起こさない様に、また地震作用力を低減するため、フローティング・オールフリー形式としている。

表1 構造諸元

橋 長	132+270+132=534 m
有効幅員	2 × 12.825=25.65m
等 級	1等橋(TL-20, TT-43)
主等、橋脚	RC箱型構造
主 桁	RCまたは鋼構造
横 桁	鋼I型桁
支承形式	フローティング・オールフリー 形式

3. 主桁断面と横桁間隔の検討

主桁高は、吊り間隔と支間との比から海外の実績等を参考にPC案で2.5m、メタル案で2.3mとしている。この時の鉄筋量（PC案）は図2 a, c断面の、また下フランジ厚（メタル案）は図2 a断面の引張り応力で、各々決められる。図にはPC案、メタル案及びPC箱桁について、断面力の卓越する活荷重曲げ作用時の最大・最小モーメント分布が示されている。この図より、断面2次モーメントつまり剛性を小さくする事により、曲げモーメントがかなり減っている事が分かる。

床版については、軸力を受けるRCとしてPC床版の考え方を取入れ、また支間が橋軸方向である事から主桁作用も考慮している。また、曲げに対して

は指示にならない床版の有効幅を設定している。床版は殆ど圧縮で決定され、主塔部で軸力が最大となるが、主桁作用による影響が大きく、側径間部でもかなり応力的に厳しくなっている。図3に応力分布の一部を示す。ここで、PC案では主桁断面積が大きく、圧縮力に余裕があるので床版厚はメタル案より薄くし、コンクリート強度も低く抑える。また、自重が大きいため吊り間隔も小さくする。以上を考慮し、床版は表2に示す諸元を採用する。但し、中央支間中央部においては死荷重時に下縁に20kg/cm² 弱の引張りが作用するため、これを打消す程度のプレストレスを偏心のない軸力として導入する。

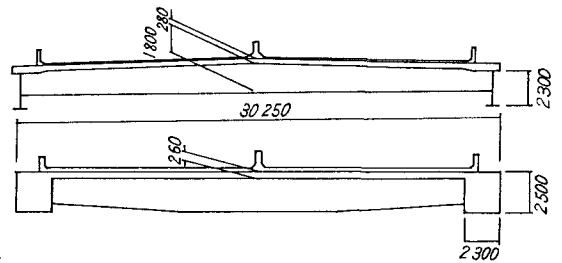


図1 主桁断面（上：メタル案，下：PC案）

--- : メタル案 (I=4.5m⁴) — : PC案 (I=8.7m⁴) - - - : PC箱桁 (I=18.7m⁴)

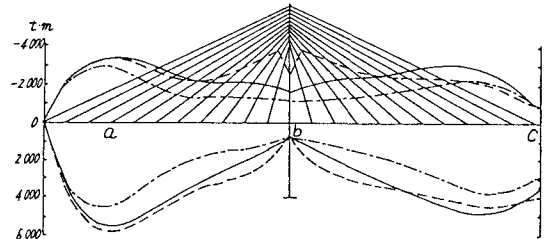


図2 活荷重最大・最小曲げモーメント図

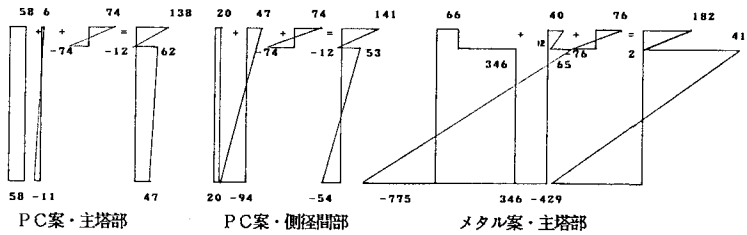


図3 応力分布図（軸力+主桁曲げ+床版曲げ=応力分布 kg/cm^2 ）

表2 床版の設計

	RC案	メタル案
横桁間隔	3.5m	4.0m
吊り間隔	7.0m	12.0m
床版厚	26cm	28cm
コンクリート強度 (許容値)	400 kg/cm^2 160 kg/cm^2	500 kg/cm^2 200 kg/cm^2

表3 耐風安定性照査結果

		PC箱桁	PCエッジ	鋼エッジ・H塔	鋼エッジ・A塔
桁幅/桁高	B/D	12.1	12.1	11.0	11.0
たわみ振動数	f_v (Hz)	0.25	0.34	0.22	0.28
ねじれ振動数	f_r (Hz)	0.52	0.58	0.29	0.50
ねじれフラッター 発散風速 V (m/s)		65.0	74.0	36.0	62.0
曲げねじれフラッター " V (m/s)		167.0	180.0	48.0	100.0

（設計風速：60.0 m/sec ）

4. 耐風安定性の検討

耐風安定性上問題となるのは、主に発散振動である。ねじれフラッターについては、B/D 値は比較的大きいが、発散風速は特にメタル案H型主塔で非常に小さい値となっている。曲げねじれフラッターについてもねじれ振動数が非常に小さいため、たわみ振動数との比が1に近く、発散し易い状況にある。これは主桁が幅の広い開断面でねじれ剛性が小さいため、構造全体のねじれ剛性を上げるために、特にメタル案では主塔をA型とする必要がある。また、今後風洞実験により耐風安定性を確認すると共に、特にメタル案の場合は、フェアリング等の耐風安全装置の取付けによる改善が問題となる。

5. その他

耐震設計については、エッジガーダー形式とする事による特別な問題はないが、コンクリートを使用する事による自重の増大は、今回の様にオールフリー構造としても塔基部断面力に大きな影響を及ぼす。従ってこの形式を採用する際には、地盤条件等を考慮し、架設位置や設計手法を慎重に検討する必要がある。

床版コンクリートの施工については、PC案は開断面である事から型枠の設置・取外しが容易となる事、また主桁との材令差を生じさせないために場所打ちコンクリートが有利である。一方、メタル案では合成構造に対してクリープ・乾燥収縮が悪影響を及ぼす事、高強度コンクリートのため高度の品質管理が要求される事から、プレキャスト版による架設が有利と考えられる。

横桁は床版による分配効果を考慮して、格子解析を行った結果、桁高を1.8mとした。

6. 考 察

エッジガーダー斜張橋は、風及び地震に対して厳しい状況となり易いので、適用に当ってはこの点を十分配慮する必要がある。一方、活荷重に対しては設計可能である事が分ったが、幅員の非常に大きな橋に適用するにはまだ検討の余地がある。また、エッジガーダーの主な有意点としてはPC案における施工性、メタル案における経済性が挙げられる。最後に、詳細設計に当っては、次の点について検討する必要がある。

- ① 支間が橋軸方向となる床版の設計法の照査と、局部的な疲労破壊に対する検討。
- ② メタル案における、曲げに対する床版の有効幅の設定法と、ジベルの設計についての検討。
- ③ 特にメタル案について、コンクリートのクリープ・乾燥収縮による付加応力の検討。