

I-A 323 箱桁・I桁のジベル引き抜き力および床版断面力に関する比較検討

川田工業 正会員 辻角 学 *

川田工業 正会員 志村 勉 *

早稲田大学 フェロー 依田照彦 **

1.はじめに 筆者らはこれまでに、2主箱桁橋の箱幅狭小化に伴うコスト削減効果について、縦リブの減少や横リブ・縦桁の省略を見込んだ検討を行い、箱幅の狭い箱桁橋が加工数の少ない合理的な構造であることを、建設コスト比較から確認している¹⁾²⁾。本構造のような、箱幅の狭い、縦桁を省略した橋梁形式をここでは『狭小箱桁橋』と呼ぶことにする。図-1に一般的な狭小箱桁橋の断面図を示す。

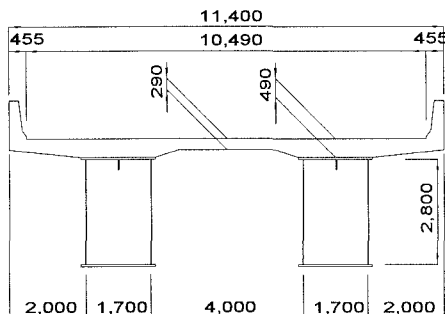


図-1 狭小箱桁橋断面例

また一方では、近年2主I桁橋が合理的な構造として脚光をあび、普及しつつある。しかしながら、ジベルの引き抜き力に対する未知の部分や、大きな床版断面力が生じるなどの課題も残されている。これらの課題を克服すべき形式として狭小箱桁に期待するものである。

よって本検討ではFEM立体解析を用い、ジベル引き抜き力および床版の断面力について、2主箱桁（箱幅1.7m・箱幅1.2m）・2主I桁の3タイプで比較検討を行った結果を報告するものである。併せて2主I桁橋における設計上の留意点に関して整理を行う。

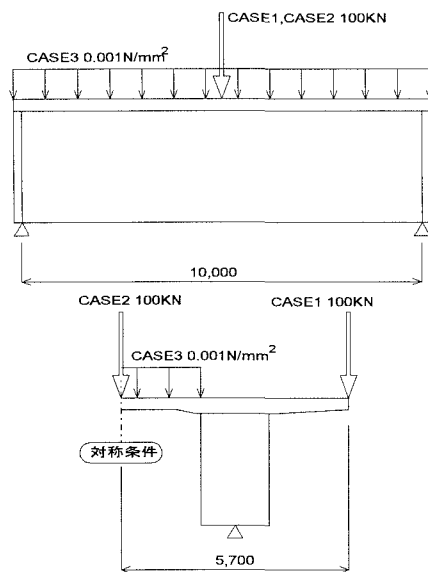


図-2 解析モデルと荷重 CASE

2.解析概要 解析には汎用プログラム MSC-NASTRAN を使用し、床版を4層のソリッド要素、鋼桁をシェル要素で作成した。モデルは①2主箱桁（箱幅1.7m）-床版支間4m ②2主箱桁（箱幅1.2m）-床版支間5m ③2主I桁-床版支間6mの3タイプを作成し、それぞれに2ケースの集中荷重100KN（CASE1：支間中央・幅員端、CASE2：支間中央・幅員中央）および1ケースの分布荷重0.001N/mm²（CASE3：床版支間内）を載荷した（図-2）。床版と鋼桁の合成には、バネ要素を20cm間隔（橋軸方向）で用い、バネ定数はD22スタッドジベルで水平方向：300000N/mm、鉛直方向：1.0x10¹⁰N/mmとした。また、横桁は箱桁モデルでは省略、I桁モデルでは5m間隔で3本配置した。

3.解析結果 (1) ジベル引き抜き力 CASE1におけるジベル引き抜き力（バネ要素軸力）分布を図-3に示す。図-3は片側の主桁上フランジに配置したバネ要素の発生軸力を針状の立体グラフで表したものである。図-3(a)グラフ中に見られる軸方向2列の卓越はウェブ上のバネ要素であり、これにダイヤフラム上を加えたバネ要素でのみ軸力が発生している。つまり、上フランジの剛性はコンクリート床版に比べて非常に低いために裏当て材（ウェブ・ダイヤフラム）上のジベルにのみ引き抜き力が発生することが解析結果から伺える。このジベル引き抜き力の分布は箱幅1.2mモデルにおいても同様であり、またCASE2において正負逆転の分布となった。また、箱桁モデルで発生した最大のジベル引き抜き力は6.48KNであり、相当す

キーワード：狭小箱桁、FEM立体解析、床版断面力、ジベル引き抜き力

* 〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 川田工業（株）橋梁事業部

TEL.03-3915-4321 FAX.03-3915-4250

** 〒169-8555 東京都新宿区大久保 早稲田大学理工学部土木工学科

TEL.03-3203-4141 FAX.03-3200-2567

る静的なジベル引き抜き応力も 8.53KN/mm^2 (87.0kgf/cm^2)と低く、設計上問題とはなりにくいレベルであることが確認できた。

図-3(b) I 桁モデルから解くことは、そのジベル引き抜き力（パネ要素軸力）の卓越である。I 桁ではウェブラインが1本のみであるため、箱桁のようにウェブライン2本で圧縮・引張を分担する挙動とはならず、卓越は横桁位置・垂直補剛材上の狭いジベル領域に集中したと推測される。その最大値は 63.74KN と箱桁の約 10 倍であり、相当する静的なジベル引き抜き応力は 167.7KN/mm^2 (1710.1kgf/cm^2) に達する。よって、2主 I 桁橋では横桁位置でのジベルの設計には特に注意すべきであると考えられる。

ただし、本検討の解析モデルは定性的な比較検討を目的としており、数値は設計指標となるものではない。

(2) 床版断面力 図-4 に支間中央断面における床版上面の発生応力分布を示す。箱幅 1.2m モデルは箱幅 1.7m モデルと同程度の主桁拘束力を有している。しかし、各モデルは床版厚が異なっており本検討では箱幅の違いによる主桁の拘束力を考察するには至らなかった。今後の課題としたい。

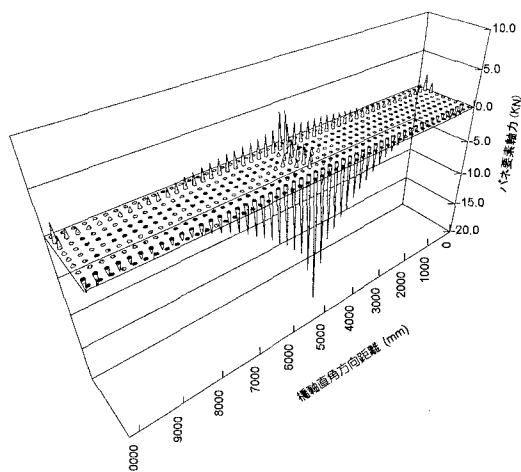
また、箱桁モデルに主桁拘束力が認められるのは当然として、I 桁モデルに対してもある程度の拘束力が見て取れる。しかしながらこの負曲げは横桁位置のみに局部的な発生を示しており、正曲げ値が橋軸方向にほぼ一定であることから、等分布荷重に対して I 桁の床版はほぼ単純支持条件と考えられる。

4. まとめ

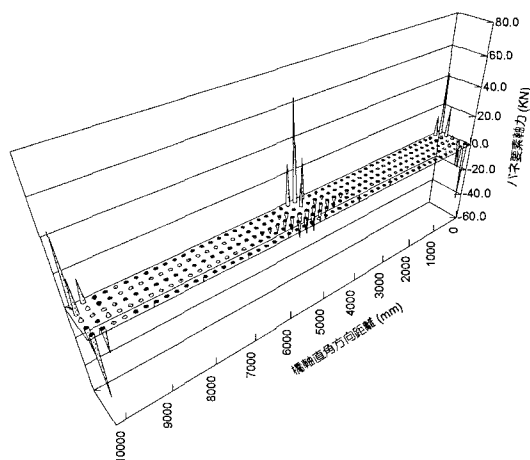
- ジベル引き抜き力は、2主 I 桁の解析値が横桁直上で卓越するのに対して、2主箱桁の最大値は I 桁の約 1/10 であり、I 桁に比較して非常に小さな値であることを確認した。
- 床版支間内への等分布荷重に対し、箱桁モデルでは床版に対する主桁拘束力が認められたのに対し、I 桁モデルでは単純支持条件と考えられた。

【参考文献】

- 1)宮森, 志村, 松井; 鋼箱桁橋の箱幅狭小化による補剛材減少量の検討, 土木学会第 52 回年次講演会概要集, 1997.
- 2)宮森, 志村, 松井; 鋼箱桁橋の箱幅狭小化による建設コストの低減効果と適用支間長について, 土木学会第 53 回年次講演会概要集, 1998.



(a) 箱桁(B=1.7m)モデル



(b) I 桁モデル

図-3 CASE 1-ジベル引き抜き力（正：引張，負：圧縮）

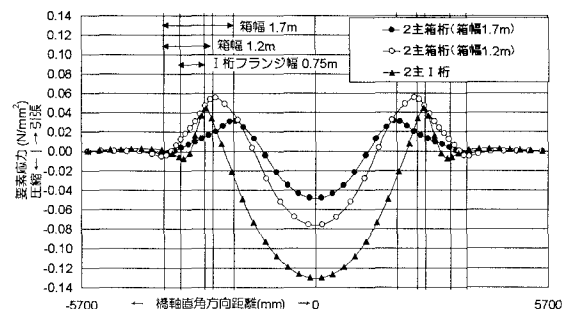


図-4 床版上面の発生応力比較