

横桁で支持された長支間道路橋床版の設計曲げモーメント式について

(株) 春本鐵工 正員 江頭慶三
大阪大学工学部 フェロー 松井繁之

1. はじめに

I型の断面で構成される鋼プレートガーダー橋は、様々な構造形式のなかで、建設コスト削減と省力化を目的として、最も合理化が進められている形式である。断面変化を少なくし、構造の簡素化・統一化を図ることによって、工場、現場の省力化とコスト削減が可能となっている。さらに、従来の設計方法では4～5本の主桁を必要とする道路幅員であっても、2～3本の主桁で支持する構造が採用される例も見受けられる。

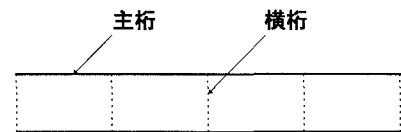
この形式では床版を支持する主桁間隔が4m以上になることが多いが、場合によってはこれを大きく上回る主桁間隔（例えば12m程度）になるケースも今後予想される。しかし、この場合、床版厚が非常に厚くなり、橋梁全体として経済性を発揮できなくなることが予想される。したがって、床版主鉄筋を橋軸方向に配置し、所定の間隔（例えば3m程度）で床版を支持する横桁を配置すれば床版自重の軽減が可能となり、経済性を発揮できる構造の1案となり得ると考えらる。その構造例を図-1に示す。このような検討は既にいくつか報告されているが¹⁾²⁾、本文では、道路橋示方書の設計規定を参考に、横桁で支持された一方向床版の曲げモーメントに限定して検討を行った。

2. 検討の方法

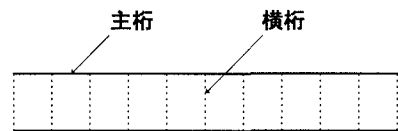
道示に示される規定は横桁位置で単純支持した一方向無限単純版である。しかし実際は、2主桁で支持された横桁はその直上に輪荷重が載荷されることにより、たわみを生じる。主桁間隔が小さい場合はその影響は小さいと考えられるが、主桁間隔の増加にともなって、床版に付加応力が加わる。この応力は主桁間隔（＝横桁の支間長）と横桁の剛性がパラメータになると考えられる。そこで今回、簡単のため横桁間隔を3mに限定し、主桁間隔を6mから16mまで変化させ、さらに横桁の剛性も変化させてFEM解析を行った。解析モデルは、床版はシェル要素、横桁は梁要素とし、主桁位置で単純支持された1方向版を橋軸方向に3パネル並べたモデルを用いた。また、床版は2方向にプレストレスが導入されるものとして、等方性版とした。

3. 解析結果

横桁で支持された床版の主鉄筋断面に作用する曲げモーメントを図-2に示す。ここで、 $M_x(I)$ は、活荷重たわみを満足する横桁剛性、 $M_x(0.5I)$ は $M_x(I)$ の半分、 $M_x(2I)$ は $M_x(I)$ の倍の剛性、 M_{xo} は無限大の剛性として解析したものである。この図から、横桁が無限大の剛性のとき、主桁間隔に依存しないことが判る。横桁が活荷重たわみを満足する程度の剛性では、主桁間隔が16mになると横桁剛性無限大の時の倍近い主鉄筋曲げモー



(a) 床版を主桁で支持する場合の主構造配置



(b) 床版を横桁で支持する場合の主構造配置

図-1 主構造配置

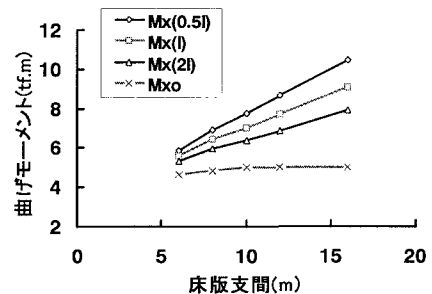


図-2 主鉄筋断面曲げモーメント(版厚28cm)

キーワード 長支間道路橋床版, 横桁支持, 設計曲げモーメント式

大阪市大正区南恩加島6-20-34 TEL:06-552-1464, FAX:06-551-1461

メントが生じるので、横桁断面を決定する際は自らの応力を満足するだけでなく、床版の断面力を考慮して決定することが必要になる。

4. 設計モーメント式の提案

以上のことから、活荷重曲げモーメント式は主桁間隔、横桁の剛性および横桁間隔がパラメータとなる。横桁間隔3mの時のB活荷重に対する曲げモーメントは以下の式で与えられる。

主鉄筋断面曲げモーメント : $M_x = (0.79L - 4.10)/H^{1/2} + 5.0$ (tfm/m)

配力鉄筋断面曲げモーメント : $M_y = (0.52L - 0.70)/H + 2.0$ (tfm/m)

ここにHは横桁と床版の剛性の比 $=I_g E_s / (L D)$

$I_g E_s$:横桁の剛性, L:主桁間隔, D:床版の剛性 $=t_s^3 E_c / 12(1-\mu^2)$

t_s :床版厚, E_c, μ :コンクリートの弾性係数, ポアソン比

表-1に解析結果と提案式の比較を示す。設計に際しては2割程度の余裕量を見込まなければならない。

5. 経済性の検討

床版を主桁で支持した場合と横桁で支持した場合の経済性の比較検討を以下の仮定により行った。

- ①主桁の桁高さは輸送を考慮して3mまでとする。また、フランジ断面の最大は1000mm×100mmとする。
- ②横桁間隔は3mとし、断面は死・活荷重断面力で決定する。
- ③横桁支持の床版厚は28cm一定とし、主桁支持では主桁間隔をLとして、 $0.9(3L+11)$ で与えられる厚さとする。
- ④①の仮定を満足できる支間長45mの合成桁で検討する。
- ⑤主桁間隔を6mから16mまで2mピッチで変化させて、概略計算を行い、数量の算出を行う。

以上の仮定により得られた主桁間隔毎の鋼重比較を図-3に示す。このグラフから、鋼重は主桁で支持したほうが、経済的であり、横桁支持の構造は部材数も増加することから、コスト高となる。しかし、鋼桁だけに着目した経済比較だけでは十分ではなく、床版施工費や下部工も含めた総合比較を行うべきである。ここで参考のため、下部工に与える影響を検討すると、地震時の計算で支配的となる橋体自重を算出し比較した結果を図-4に示す。この図

より、主桁間隔が16mにもなると、主桁支持の橋体自重は横桁支持のそれよりも50%増になり、下部構造の規模が大きくなることが予想される。

6. まとめ

日本では、横桁で床版を支持する構造は、あまり積極的に採用されていないが、ヨーロッパ等では2主桁橋での採用例がある。先述したように、横桁部材数が増加し、床版自重を軽減するメリットを相殺してしまう可能性がある。実際の適用には詳細の検討が必要である。しかし、死荷重低減効果は長スパンの橋梁や、桁高の抑制に効果を発揮し、また横桁が密に配置されるので、架設時の座屈等に対する安定性、供用時の活荷重の偏載や風・地震等の水平力に対する安全性が増すと考えられる。また、万一床版が損傷した場合も、横桁で支持されたパネルで補修ができること等、主桁支持の構造に対して、優位性も挙げられるので、今後の積極的な研究・開発が望まれる。今回は限定したモデルでの活荷重曲げモーメントに着目したが、今後は適用範囲を拡げ、床版の疲労耐久性の検討と、直交異方性を考慮した床版についての検討も行う予定である。

[参考文献] 1)松井, 石崎:2方向支持された長支間道路橋RC床版の設計曲げモーメント式について, 構造工学論文集VOL.42A, pp1031-1038, 1996.3, 2)太田, 高木, 森, 松井:鋼少数主桁橋に適用するI形格子床版の設計法に関する考察, 橋梁と基礎1997.2

表-1 解析結果と提案式の比較

L(m)	解析結果		提案式		H
	Mxa	Mya	Mxe	Mye	
6	5.614	4.236	5.603	4.147	1.127
8	6.419	3.652	6.527	3.637	2.114
10	7.045	3.493	7.178	3.478	3.044
12	7.701	3.501	7.811	3.512	3.664
16	9.092	3.767	9.053	3.717	4.439

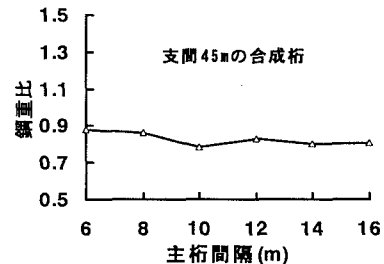


図-3 鋼重比較(主桁支持/横桁支持)

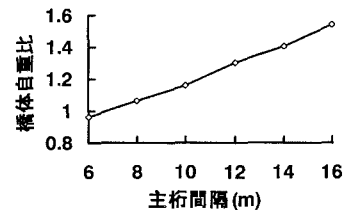


図-4 橋体自重比(主桁支持/横桁支持)