

鋼製箱桁の省力化に関する一考察

東京電機大学大学院 学生会員 村井 秀仁*
 三菱重工株式会社 正会員 山田 潤**
 東京電機大学 正会員 井浦 雅司*

1. はじめに

公共事業費削減が叫ばれているなか、経済性を考慮した合理化橋梁の研究が盛んに行われている。中小規模橋梁も例外ではなく、新型形式に関する技術開発に力を入れなければならない。本報告では、新型形式の採用事例の少ない箱桁形式について、以下の3点について着目した。小型部材(補剛材、横リブ等)の省略による箱桁内構造のスリム化、箱桁内溶接量を最小限とする構造の提案、スリム化後の耐力減少に対する対応策以上の着目点につき、従来の形式に比べどの程度合理化が進められるのかを数値解析により検討し、新型合理化箱桁の提案をすることが目的である。

2. 解析手法および解析モデル

解析は、汎用有限要素法プログラム NASTRAN を用いた非線形解析である。構成則については、実際に行われた引張試験のデータを基に、応力 - ひずみ曲線を多角形曲線近似とし、複合硬化則を用いた解析モデルは、両端単純支持の箱桁モデルであり、対称性を利用して全モデルの1/4を解析した。

解析モデルの寸法は一般的に用いられている鋼箱桁橋を基に設定し、No.1を基本形とする11パターンである。表-1に各モデルの詳細を示しており、モデル化に際して以下の点に着目した。引張側フランジに配置した横リブの省略、圧縮側フランジに配置した横リブと垂直補剛材の取合構造の改善、横リブの配置間隔拡大、垂直補剛材の配置間隔拡大、横リブと垂直補剛材の形状、横リブと垂直補剛材との溶接の有無。代表的なモデルの詳細を図-1に示す。

載荷方法は、腹板に分布荷重を載荷するケースと、中央部に集中荷重を載荷するケースを考えており、ここでは後者の結果について報告する。各モデルの最大耐力等を表-1に示す。

3. 解析結果および考察

3-1. 耐力特性について

ここで、横リブおよび垂直補剛材の省略や配置間隔の変更、およびそれらの形状が解析モデルに与える影響について考察する。本解析で得られた各モデルの荷重 - 変位曲線を図-2に示す。最大耐力は、全て腹板のせん断座屈により決まっており、圧縮側フランジの座屈は見られなかった。図-2より、各モデルの最大耐力は異なるものの、基本系No.1とそれ程差異が見られないグループ1と、それより若干耐力が下がるグループ2、さらに低下するグループ3とに分けられることがわかる。まず、グループ1に属するモデルについて考える。図-1に示すように、No.4は横リブと垂直補剛材との隅角部を省略したものであり、No.7,11は横リブと垂直補剛材との溶接を省略したものである。このように、横リブと垂直補剛材の縁を切っても基本系モデルと最大耐力については差異が認められないことから、このような構

表-1 各部材詳細表および最大耐力と相対値

No.	横リブ		垂直補剛材		横RとVSの 溶接	最大耐力 (KN)	ケース1との比 (最大耐力)	最大耐力の 分類
	寸法(mm)	配置ピッチ(mm)	寸法(mm)	配置ピッチ(mm)				
1	330x9x2255	U Flg側:1500	160x13x2525	1500	有	5785	1.000	グループ1
2	330x9x2255	U Flg側:3000	160x13x2855	2000		5130	0.887	グループ2
3	330x9x2255	U-Flg側:3000	160x13x2525	3000	有	4602	0.796	グループ3
4	330x9x1935	U-Flg側:1500	160x13x2195	1500	無	5650	0.977	グループ1
5	330x9x1935	U-Flg側:3000	160x13x2195	3000	無	4520	0.781	グループ3
6	330x9x2255	不等間隔	160x13x2855	1500		5231	0.904	グループ2
7	330x9x1935	U-Flg側:1500	160x13x2855	1500	無	5779	0.999	グループ1
8	330x9x1935	U-Flg側:3000	160x13x2195	2000		5117	0.885	グループ2
9	330x9x2255	U-Flg側:3000	160x13x2855	3000	無	4552	0.787	グループ3
10	330x9x2255	U Flg側:1500	160x13x2525(2195)	1500	有	5942	1.027	グループ1
	330x9x2255	L-Flg側:3000	160x13x2195	3000				
11	330x9x2255	U-Flg側:1500	160x13x2855	1500	無	5990	1.035	グループ1

(ここでの横Rは横リブ、VSは垂直補剛材のことである。)

キーワード: box girders, cost reduction, shear buckling

* 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 ** 〒231-8715 横浜市中区錦町12番地

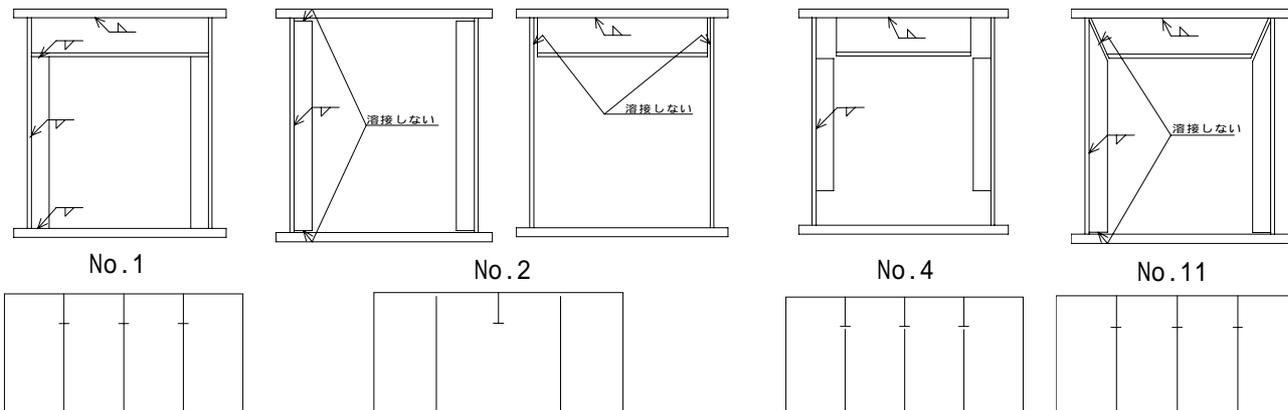


図-1 代表的なモデルの断面図および側面図

造系を採用しても良いことがわかる。No. 10は基本系No. 1の引張側フランジ中央部に横リブを配置したものであり、その結果、基本系No. 1に比べ最大耐力が若干増加している。次に、グループ2に属するモデルについて考える。図-1に示すように、No. 2は、横リブと垂直補剛材とが同一平面内に配置されておらず、1mの間隔が開けて配置されており、横リブおよび垂直補剛材の長さを短くしたものである。このように横リブと垂直補剛材とを同一平面内に設置しない場合は、基本系 No. 1 と比べ最大耐力は約 1 割減少することがわかる。最後にグループ3に属するモデルについて考える。No. 3, 5, 9共に箱桁の中央部における横リブと垂直補剛材は配置してあるものの、両脇にある横リブと垂直補剛材を省略している。その結果、せん断座屈が生じやすくなり、最大耐力も基本系No. 1と比べ約2割減少していることがわかる。いずれのグループにおいても、横リブと垂直補剛材との縁を切っても最大耐力には影響が見られない。このことは、今後の省力化に向け、検討すべき課題と思われる。

次に、垂直補剛材の配置間隔と、最大耐力の関係を図-3に示す。図より近似曲線を求めるとほぼ直線上に値が乗ることがわかる。つまり、最大耐力は、垂直補剛材の配置間隔にほぼ比例することがわかる。

3-2、耐荷力増加について

本モデルの最大耐力はせん断座屈で決まっていることから、グループ1以外のモデルにおいて、基本系No. 1の最大耐力に近づける方法として、ウェブの板厚を増加することが考えられる。そこで、モデルNo. 2を取り上げて、ウェブ厚を増加させた時の荷重 - 変位曲線を、図-4に示す。同図よりウェブ厚を2mm増加させることにより、最大耐力は基本系とほぼ同じになることがわかる。すなわち、横リブと垂直補剛材との取合いを省力化とした時の最大耐力低下を、ウェブ厚を増加させることにより、全体的なコストダウンを図る可能性も考えられることがわかる。なお、グループ3についても同様の考え方を適用できる。

3-3、コスト比較

ここで、従来形式と前述で述べたウェブ厚増加後のモデルについてコスト低減効果から比較してみる。積算ベースのグループ別制作費から見ると、従来形式に比べウェブ厚の増加を図ったものの方が、5～7%の低減が確認でき、積算ベースでの低減を考慮に入れた上での工場コストに関しては、17～18%の大幅な低減が確認できた。

4、おわりに

今後は本報告書の解析結果を基に、供試体を用いた静的実験および疲労実験を行い、より詳細な力学的特性を確認する予定である。

参考文献

- 1) 鋼橋技術研究会: 合理化・省力化研究会報告書, 1997年3月
- 2) 南邦明, 山下清明: パネル工法による箱桁内溶接関する1提案(その2), サクラダ技法, No. 11

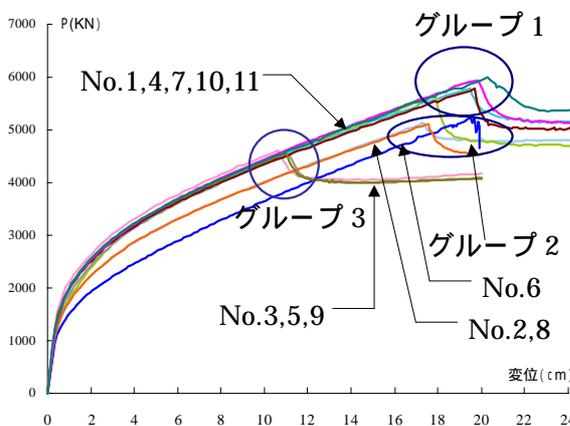


図-2 全モデルにおける荷重 - 変位曲線

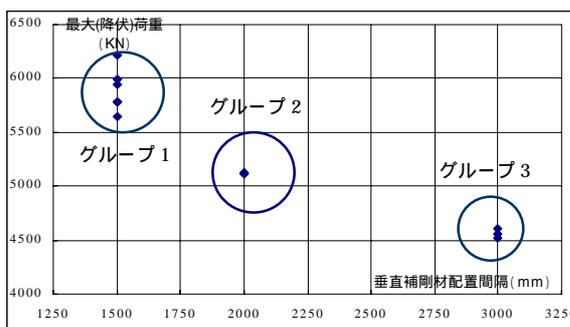


図-3 垂直補剛材間隔と最大耐力の相関関係

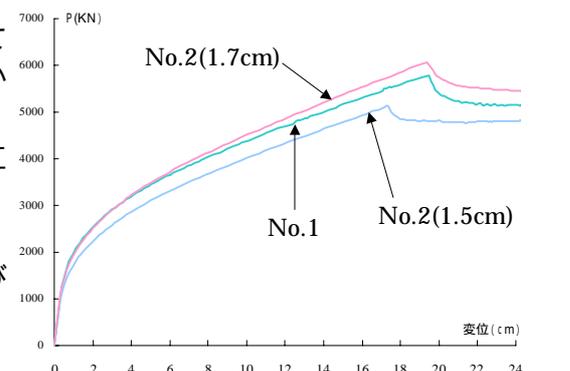


図-4 ウェブ厚増加後の荷重 - 変位曲線 (No. 2)