

新形式補剛材を用いた合理化箱桁に関する研究

早稲田大学大学院 学生員 ○小野沢 直
 三菱重工業株式会社 正会員 山田 潤
 早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1.目的

製作コストの低減を目標に新形式橋梁の研究が盛んに行われている。鋼箱桁橋では、箱内溶接作業は困難な場合が多く、それを最小限にするために、様々な工夫がなされている。本研究では、図1のような補剛材形状を提案し、合理化箱桁が耐荷力の面から実用可能であるかどうかを確認するために、静的耐荷力実験およびFEM解析を実施したので、その結果について報告する。

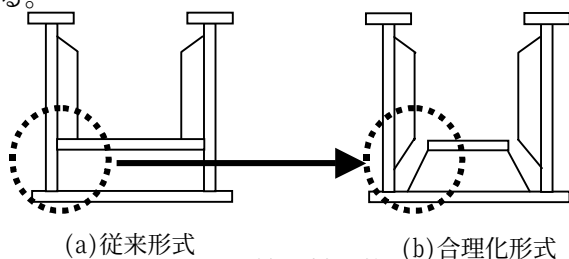


図1.補剛材形状

2.対象モデル

本研究で検討するモデルは表1のように設定した。TYPE1～3は実橋の縮尺モデルで、TYPE4～6は曲げを受ける下フランジに着目した部分モデルである。図2に補剛材配置位置を示す。

表1.対象モデル一覧

供試体 番号	着目部位板厚 (mm)		補剛材			着目する 挙動
	下フランジ	ウェブ	形状	間隔 (mm)	配置 位置	
TYPE1	9	6	従来 形式	600	①	ウェブの せん断座屈
TYPE2	9	6	合理化 形式	600	①	
TYPE3	9	6	合理化 形式	400	②	
TYPE4	6	12	従来 形式	600	①	下フランジ の局部座屈
TYPE5	6	12	合理化 形式	600	①	
TYPE6	6	12	合理化 形式	400	②	

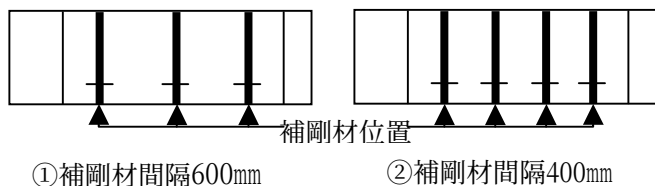


図2.補剛材配置位置

3.実験方法

実験供試体には、ゲージ等の計測機器を内部に配置する必要性からII型供試体を用い、実験は図3に示すような片持ち梁にて実施することとした。

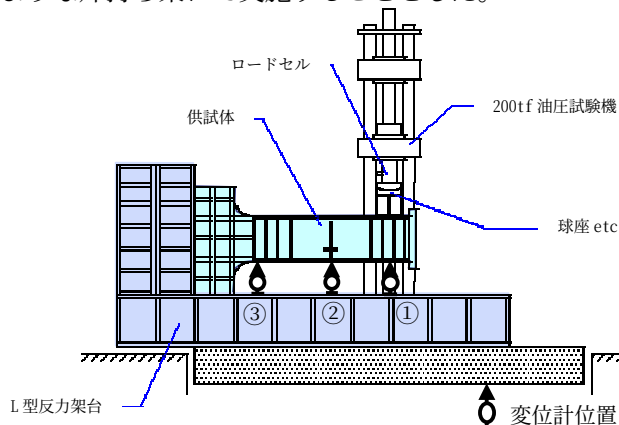


図3.実験供試体

4.解析方法

モデル化において、母材や補剛材は4節点シェル要素を用い、ラテラル部材は2節点梁要素を用いた。また、荷重点における応力集中を避けるために、荷重載荷点を含む橋軸直角方向の面に剛体要素（梁要素）を設けた。境界条件として、固定端での全ての節点において3方向全ての変位と回転を拘束し、完全固定とした。

解析時の荷重載荷点は、TYPE1～TYPE5では載荷点での変位が10cm、TYPE6では20cmとなる時点まで行った。

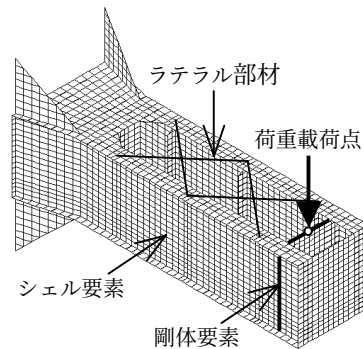


図4.解析モデル

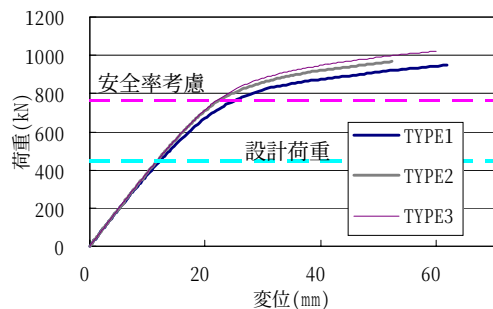
5.実験、解析の結果および考察

耐荷力照査

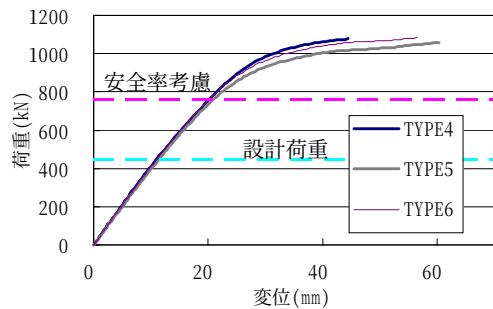
荷重載荷点下での荷重変位曲線を図5に示す。この図より、450kNの設計荷重時、設計荷重に安全率($\gamma=1.7$)乗じた荷重(安全率考慮と呼ぶ)で照査した場合には、たわみに差異は無く、本研究で提案する合理化箱桁の変形性能は従来形式と同様であるといえる。

キーワード 合理化, 補剛材, 箱桁, 実験, FEM 解析

連絡先 早稲田大学理工学部 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 TEL&FAX: 03(5286)3399



(a)TYPE1~TYPE3



(b)TYPE4~TYPE6

図 5.荷重－変位曲線(実験結果)

補剛材開口部の応力集中

表 2 に新形式補剛材配置付近の下フランジ開口部の橋軸直角方向ひずみ(実験結果)を示す。この表より、補剛材形状の変化、補剛材間隔の短縮によって、開口部に応力集中が生じていることが分かる。本実験のような曲げ荷重載荷時においては破断等の問題はないが、繰り返し荷重などによる疲労が問題となる場合には注意する必要がある。

表 2.補剛材付近の開口部の橋軸直角方向ひずみ

照査 荷重	設計荷重 (450kN)		安全率考慮 (765kN=450kN×1.7)	
	ひずみ	従来形式 との比率	ひずみ	従来形式 との比率
TYPE1	101	1	682	1
TYPE2	282	2.79	495	0.73
TYPE3	601	5.95	1336	1.96
TYPE4	165	1	284	1
TYPE5	218	1.32	775	2.73
TYPE6	284	1.72	1230	4.34

変形形状

実験で観察された変形と、解析によって得られた変形図を比較する。図 6 に示すように、解析結果と実験結果は座屈発生箇所や局部座屈形状等に関して非常に良く合致している。

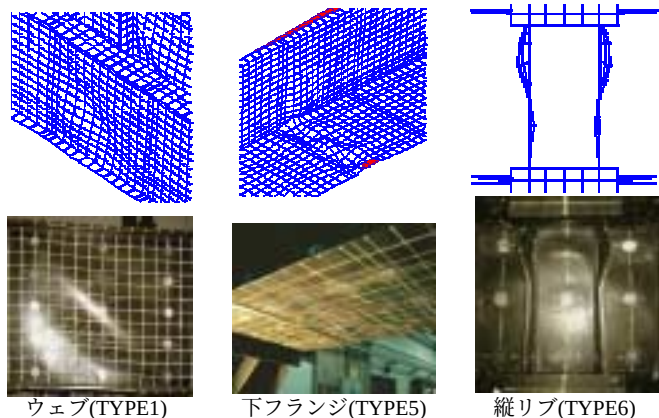


図 6.変形図比較(解析と実験)

荷重－変位曲線

実験時と解析時で基部の境界条件が大きく異なるため、変位を直接比較することは困難である。そこで、基部の回転角を考慮し、変位の補正を行うと、図 7 が得られる。供試体が降伏した後(800kN 前後)は、構造の機構が変化してしまうため、両者のずれは大きくなるが、弾性範囲内ではある程度精度よく予測できる。

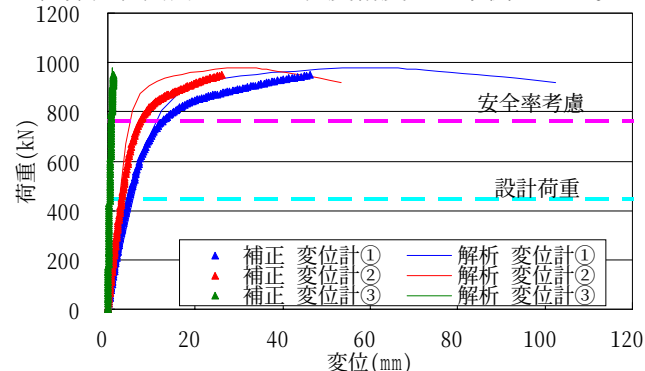


図 7.荷重－変位曲線比較

座屈発生荷重

座屈発生点は、測点表裏面のひずみ値が急激に異なる挙動を示す点として判断した。表 3 に示すように耐荷力の目安である座屈荷重についても解析によって精度よく予測できることがわかる。また、ウェブがせん断座屈するモデル、下フランジが局部座屈するモデルの両者に関しても、タイプ別で座屈荷重に大きな差がないことが分かる。

表 3.座屈発生荷重(kN)

		実験結果	解析結果	誤差
TYPE1	左ウェブ	898	924	3%
	右ウェブ	937	924	-1%
TYPE2	左ウェブ	867	918	6%
	右ウェブ	912	918	1%
TYPE3	左ウェブ	ボルト滑り後 (1020kN)	938	-
	右ウェブ		938	-
TYPE4	下フランジ	1069	1046	-2%
TYPE5	下フランジ	1020	1029	1%
TYPE6	下フランジ	1070	1177	10%

6.結論

(1)耐荷力、変形形状

本研究で提案した合理化箱桁は耐荷力、変形形状が従来形式の箱桁とほぼ同じであり、補剛材が座屈の節となっているため、従来形式の箱桁と同等の耐荷力が期待できる。

(2)補剛材開口部付近の応力集中

従来形式の補剛材を持つ箱桁と比較して、新形式の補剛材を持つ合理化箱桁では、橋軸直角方向に応力集中がみられる。

(3)FEM 解析との比較

FEM 解析の妥当性が変形形状、耐荷力、ひずみ等の実験値との比較により確認された。

参考文献

- 1)日本道路協会：道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）、平成 8 年 1 月
- 2)宮本裕：橋梁工学、技報堂出版、1997 年 5 月
- 3)鋼橋技術研究会：合理化・省力化研究会報告書、1997 年 3 月