

鋼橋の横荷重に対する抵抗メカニズムに関する解析的検討

立命館大学理工学部 学生員 ○楠田 昂平
立命館大学理工学部 正会員 野阪 克義

1. 研究背景および目的

これまでも鋼桁などの上部工に対して橋軸直角方向に作用する力に対しての設計はなされてきているが、部材に生じる力を算出する際には簡単なモデル化がなされてきた。しかしながら近年、津波作用力や地震力に対する橋梁の耐荷力を明確にすることが求められ、より詳細に橋軸直角方向に作用する力に対する挙動や発生部材力の把握が必要となってきた。

そこで本研究では橋軸直角方向力の影響を分析するために RC 床版を有する単純活荷重合成 I 桁橋に橋軸直角方向に外力を作用させ、各支承における支点反力の分担割合および橋梁を構成する各部材の横荷重への抵抗メカニズムを解明し今後の対策に向け考察を加えた。

2. 解析概要

本研究では汎用有限要素解析ソフト Marc 2016¹⁾を使用して解析を行った。設計例として「合成桁の設計例と解説」²⁾の橋梁緒元を参考に桁長 33,800(mm)の合成 I 桁橋の解析モデルを作成、使用した。橋梁の一般寸法図を図 1 に、材料特性を表 1 にそれぞれ示す。本橋梁モデルでは片方が 3 軸固定ピン支点であり、他方が橋軸方向自由のローラー支点である。なお、以後簡素化のため固定・可動と表記する。

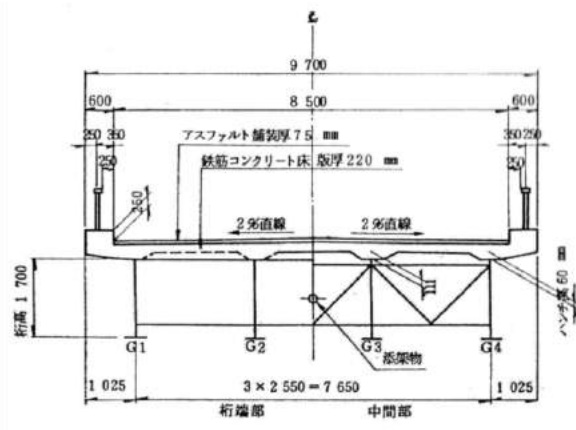


図 1 一般寸法図²⁾

表 1 材料特性

材料名	SM490Y	SM400	SS400	鉄筋コンクリート
使用場所	主桁	端横桁・荷重分配横桁・垂直補剛材・水平補剛材	横構・中間対傾構	床版
ヤング係数 (N/mm ²)	2.0×10^5	2.0×10^5	2.0×10^5	3.1×10^4
ポアソン比	0.3	0.3	0.3	0.3

荷重は津波荷重と地震荷重の 2 種類を載荷する。津波荷重は南海トラフ地震津波の想定抗力算出結果より $0.0857466(\text{N/mm}^2)$ 、地震荷重は重力荷重を与えた。

橋梁を構成する各部材の名称および配置を以下の図 2 に示す。

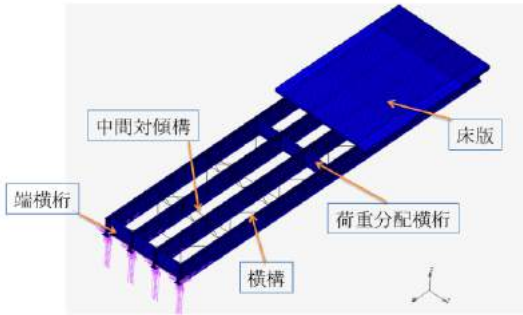


図 2 各部材の名称および配置

3. 解析結果

本橋梁モデルに関して 10 モデルに分けて部材の欠損による支点反力および他の二次部材の分担割合について比較した。以下の表 2 に解析検討対象一覧を示す。

表 2 解析検討対象一覧

	床版	横構	端横桁	荷重分配横桁	中間対傾構
①	●	●	●	●	●
②	●	●	●	●	●
③	●	●	●	●	●
④	●	●	●	●	●
⑤	●	●	●	●	●
⑥	●	●	●	●	●
⑦	●	●	●	●	●
⑧	●	●	●	●	●
⑨	●	●	●	●	●
⑩	●	●	●	●	●

3.1 支点反力の比較

各荷重時における支点反力分担率および津波時における鉛直力の値を以下の図 3～5 に示す。なお、図中横軸の①～⑩は表 2 の解析検討対象一覧と対応している。

キーワード 地震、津波、支点反力、部材力、橋梁

連絡先 〒525-0058 滋賀県草津市野路東 1-1-1、立命館大学橋梁工学研究室 Tel:077-561-3007

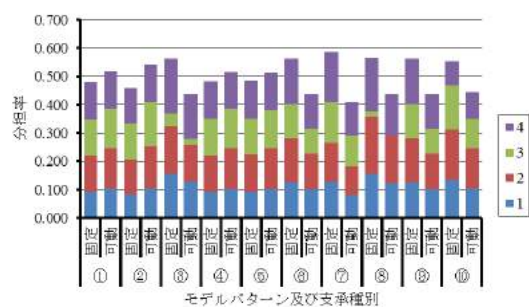


図3 津波時水平方向支点反力分担率

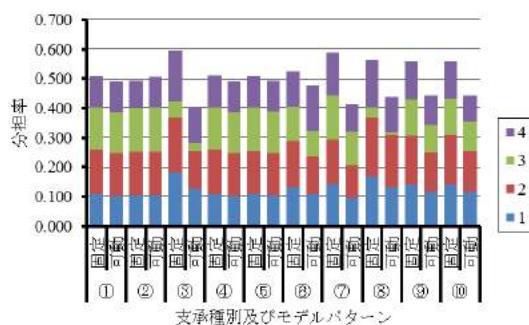


図4 地震時水平方向支点反力分担率

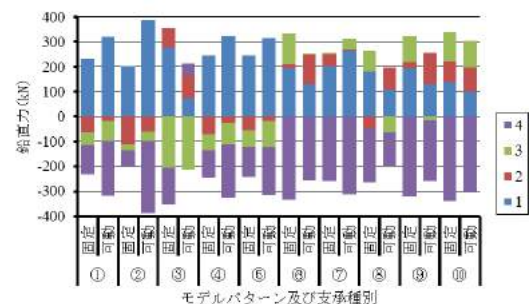


図5 津波時鉛直方向支点反力

図の縦軸は固定側・可動側の分担率または鉛直力を示し、その中で各支承が占める割合を色分けしてある。

水平方向力において、津波時は③および⑥～⑩のモデルで固定支承側の分担が大きくなっている以外は可動支承側の分担が大きくなっている。地震時は固定支承側の分担が大きくなっている。両荷重時において③および⑧のモデルにおける支承3の分担率の極端な低下が見られる。床版と端横桁は横荷重を分散させる過程で大きな役割を果たしていると考えられる。

地震時では中桁の、特に支承2における分担率の増加が見受けられた。これは、地震時は床版を含めすべての部材に力が作用したこと、支承3には横構が通っていないなど、中桁における2次部材構造の違いが原因と考えられる。また、②、⑦のモデルでは中桁の分担率が均等であることから、横構は床版と同様に横荷重を受け持つ機能を果たしていると考えられる。

3.2 横構の比較

横構の有無により橋の挙動は大きく変化したため、横荷重に抵抗するための重要な部材であることが確認できた。そこで、各荷重時における横構の部材力を算出し、すべてのモデルにおいて共通して負担の大きかった部材を赤線(圧縮力)、青線(引張力)として図6に示す。

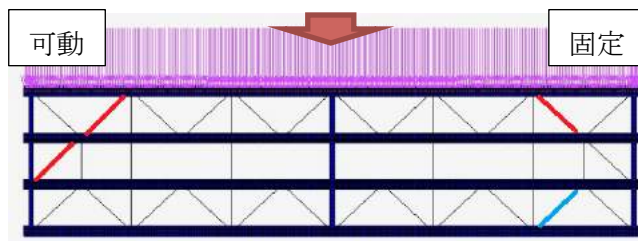


図6 共通して負担の大きかった部材

モデル①のケースにおいて、着目した部材の部材力は、設計計算では支間中央部の部材に対して5倍程度であることに對して、津波荷重では圧縮部材で89倍、引張部材で4.5倍程度、地震荷重ではそれぞれ15.5倍、14.5倍程度と変化した。設計時の部材力は部材剛性の違いを考慮せずに影響線を用いて算出しているが、支間中央付近と支承付近では部材断面を変えている。そのため、解析結果においては部材剛性の違いが影響し、支点反力分担率の増加が見受けられた中桁支承部とつながる部材で大きな力が生じたと考えられる。

また、可動支承荷重載荷側部材の圧縮力負担が大きいことから、横構に生じる部材力は橋の境界条件に左右されると考えられる。

4. 結論

床版・端横桁・横構は横荷重を分散させる過程で大きな役割を果たし、支点反力の分担率に大きな影響を与える。特に床版と端横桁の有無により傾向が大きく変化する。各支承上部に位置する2次部材の有無が分担率の変化に寄与していると言える。

横構は、可動支承荷重載荷側における圧縮力が大きい。設計段階で設計軸力に応じて支承付近における横構の断面積を大きくする工夫が取られているが、これが荷重分担に影響を与えている事が分かった。

5. 参考文献

- 1) MSC : Marc 2016 Volume A, Theory and User Information, 2016. 2) 社) 日本橋梁建設協会：合成桁の設計例と解説, 2005.