

I-11 橋梁上部構造の横方向剛性に関する実験的研究

建設省土木研究所 正員 長尾 彰洋
 // 正員 横山 功一
 // 正員 日下部 毅明
 (株)横河ブリッジ 正員 明橋 克良

1. まえがき

土木研究所では、実橋で測定された強度と設計計算モデルによる設計強度の対比を行う事により設計強度の変動特性、信頼性について明らかにし、設計法に反映させる事を目的とした調査を実施しているが、これまでに床版打設前の段階から、土木研究所構内の試験橋梁に対する載荷実験を実施してきた。今回は横構の応力および横方向の剛性を明らかにするために、横方向載荷を含む載荷実験を横構が有る場合と無い場合について実施し、これに対応する3次元FEM解析を実施した。横方向載荷が実橋において実施されたケースはほとんど無く、これを3次元解析と比較した結果は橋梁の耐力力を考察するために有意義な情報を提供するものと考え、ここに報告する。

2. 実験手法および解析手法

載荷実験は土木研究所が所有する試験橋梁に対して実施し、主に主桁、横構、対傾構のひずみおよび橋桁の鉛直及び水平方向のたわみを計測した。試験橋梁の橋桁断面を図-1に示す。実験は各々40tのダンプトラック2台を用いた鉛直載荷および、油圧ジャッキを用いた18tの荷重による水平載荷よりなる。試験橋梁はピット内に架設されていることから、水平方向載荷においてピットの擁壁から反力を得た。

一般に横方向載荷は困難であるので、構造解析がどの程度精度良く実橋の挙動を推定できるかを明らかにすることは有意義であると考え、3次元FEM解析を実施した。解析に於いて床版、主桁および横構のウェブはシェル要素によって、主桁・横構の上下フランジは梁要素、横構及び対傾向は棒要素によってモデル化した。

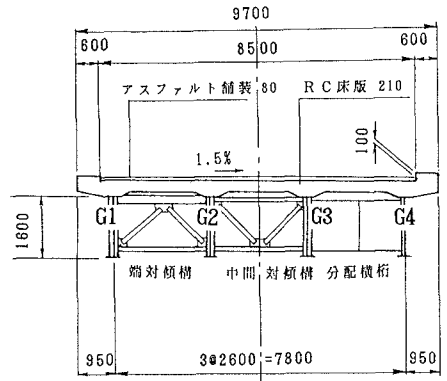


図-1 試験橋梁断面図 (cm)

3. 調査結果

3.1 鉛直載荷実験

3.1.1 主桁の鉛直変位

主桁の鉛直方向載荷において、偏心載荷の場合は横構-主桁-床版によって形成される箱断面の剛性の寄与がかなり大きいことが確認されている¹⁾。図-2に40tトラック2台の偏心載荷における横構の有無と鉛直変位の関係を解析結果と比較して示す。横構がない場合変位はG1桁位置において20%程度増加し、横構がねじれ剛性にかなり寄与する

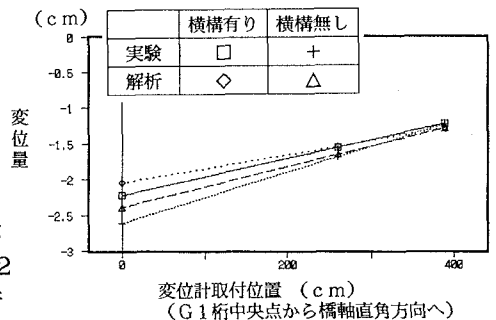


図-2 横構有無と鉛直変位の関係

ことが確認できる。解析と実験はG1桁位置においてやや精度が低下しているが、概ね一致している。

3.1.2 横構に発生する応力

上述のように、横構がねじれ剛性の向上に寄与していることが明らかとなったが、解析において横構の応力の計算精度を明らかにするために、図-3に横構に発生する軸力を解析と実験とで比較する。三次元解析と実験との間には良い一致が見られ、偏心荷重が頻繁に発生する実橋では、横構にかなりの負担がかかっていることがわかる。

3.2 横方向荷重

3.2.1 水平変位

水平荷重位置は床版と主桁ウェブのいずれか1箇所とし、荷重位置と横方向応力の伝達の関係を調査した。図-4にウェブに荷重した際の水平変位を実験と解析とで比較する。

横構が存在する場合の実験と解析の精度はかなり良好であるが、横構を取り外した場合、解析値は実験値よりも、かなり大きな値となっている。

3.2.2 発生応力

横構軸力を実験と解析とで比較すると図-5のようになる。ここでも横構に発生する応力の解析値が大きくなっている。これは、横構が取り外された場合に、変位の解析値が大きくなることと密接な関係があると考えられる。この原因は今のところ明確ではないが、荷重の方向も含め構造物の幾何学的な非線形性について検討する余地があるものと思われる。

4. まとめ

今回の実験および解析によって、鉛直方向荷重における3次元FEM解析の有効性や、横構のねじれ剛性への寄与が確認された。水平方向荷重に関しては横構が存在する場合の変位はほぼ精度良い推定が可能であったものの、横構に発生する軸力を実験よりもかなり大きめに評価する結果となっており、数値的に横方向荷重に関して検討を試みる際の問題点と考えられた。

参考文献 1) 日下部、横山、金子 橋梁上部構造の設計計算モデルに関する実験的研究、土木学会年次学術講演会概要集、I-110、1991

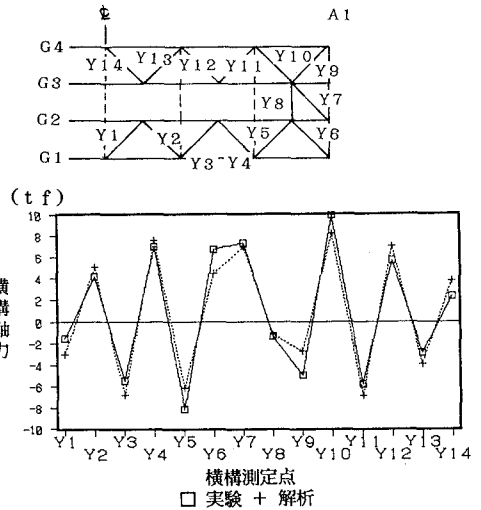


図-3 鉛直荷重における横構軸力と実験・解析との比較

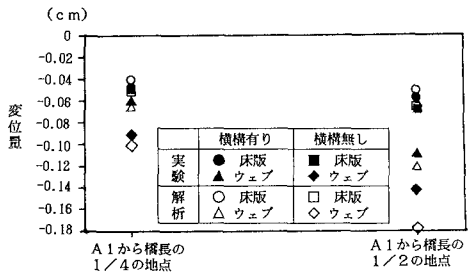


図-4 ウェブ荷重による水平変位と実験・解析との比較

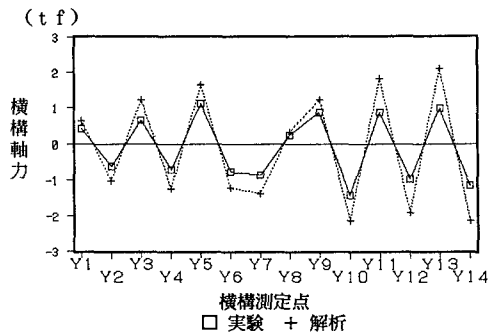


図-5 ウェブ荷重による横構軸力と実験・解析との比較