機能分割型鋼床版の実験研究

法政大学　学生員　○神谷　武智
法政大学　フェロー　山下　清明
㈱イスミック　フェロー　杉崎　守
㈱弘洋コンサルタンツ　正員　橋本　和夫

１．研究目的

鋼桁の老朽化した床版の張替工法のうち、軽量化による主桁の応力低減、下部工の耐震性向上、工期短縮を目的に、コンクリート床版ではなく鋼床版を採用する工法がある。この時、鋼床版と主桁間のせん断力の伝達方法に種々の工夫がされる。ここでは主桁と床版との合成作用を実現するせん断力を分離して伝達する、機能分割型鋼床版を提案する。この構造の施工性の確認と合成機能の検証をするために実験と解析を行った。

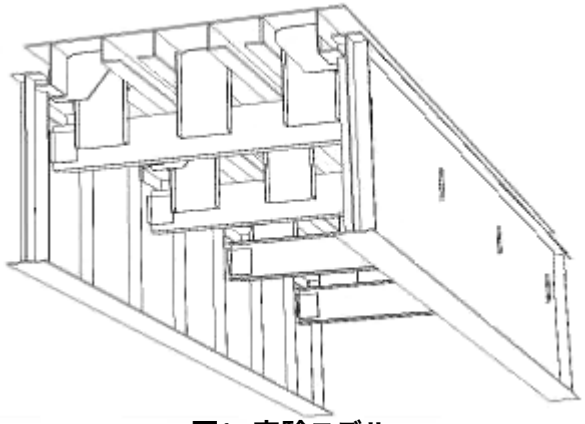

図1　実験モデル

２．機能分割型鋼床版

主桁上フランジ上面はスタッドやジベルがあり複雑である。床版張替えの際、本案では施工簡易化のために、上フランジ上面のコンクリート床版を一部残したままにする。このため、鋼床版はウェブに接続することにする。

ここでいう機能分割とは、主桁に伝達される力のうち、鋼床版との合成機能を発揮する水平方向のせん断力と、鋼床版を垂直方向に支える力を異なった部材が分担して伝達することを意味する。

本構造は施工性を考え既存床版の撤去作業を簡略化し、工場で製作した鋼床版を吊り込み、既存主桁に接合する現場組み立てを前提としている。溶接を極力少なくし、ボルト接合を多くすることにより疲労強度、現場施工性の向上を狙う。

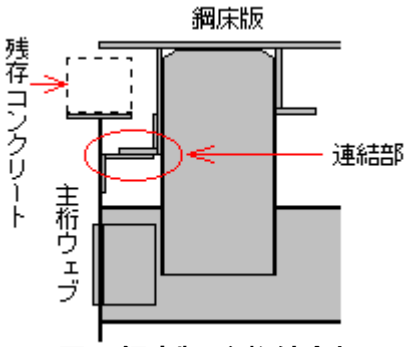

図2　鋼床版-主桁結合部

実際の施工手順は次のようになる。

① 鋼床版からの鉛直力を受けて主桁に伝える横梁をウェブ側面間に取り付ける。
② 上フランジ上の床版コンクリートのみを残した状態で床版を切断撤去する。
③ 鋼床版から横梁へ鉛直力を伝える支材を組み付けた鋼床版を上方から吊り込み、横梁及び水平せん断力連結部を結合する。

この工法では幅員方向 1 径間ずつの施工が可能で、施工中、全車線を封鎖する必要はない。3 主桁以上の場合は、その後、鋼床版の幅員方向の連結を行う。

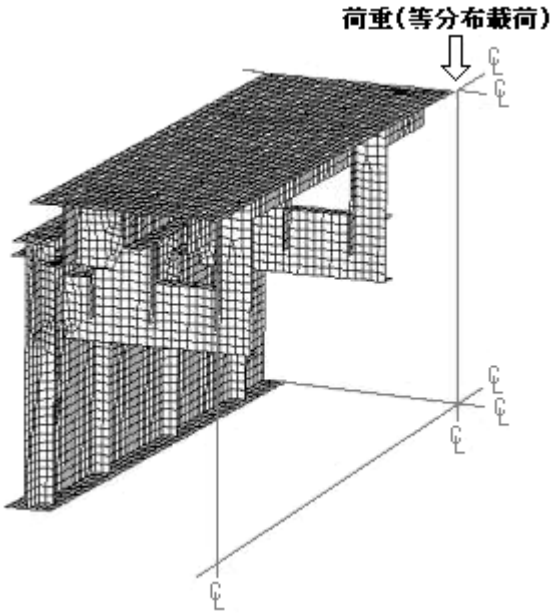

図3　解析モデル

キーワード：床版張替、補修、鋼床版、機能分割
連絡先：〒184-8584　東京都小金井市梶野町 3-7-2　Tel.042-387-6293

３．実験・解析方法

実験は実際の 1／2 スケールの試験体を用いて行った（図 1)。荷重は床版中央に接地面積を考慮して載荷した。供試体の初期不正等に伴う板曲げの影響を考慮し、板の表裏の平均歪を測定した。

実験では、鋼床版縦リブと主桁ウェブを連結する水平せん断力連結部のボルトを緩めて、非合成モデルとした実験も行い、本来の合成モデルと比較する（図 2)。これにより機能分割型構造の特性を確認する。

解析は板要素を使用した FEM 解析を行った。対称性を考慮して試験体を 4 分割した。解析でも、合成モデル、非合成モデルを連結部の機能を変更して再現し、実験結果と比較する（図 3)。

４．結果及び考察

（１）主桁支間中央断面の橋軸方向曲げ応力

図 4 に合成、非合成モデルでの、実験値、解析値を示す。また、別途解析した、これまで実施されている上フランジ直上と鋼床版との部分接合モデル（参考モデル）の値も示す。実験値と解析値はよく一致している。桁の中立軸位置は合成モデルの方が非合成モデルより､約200mm 上フランジ側にある｡このことより、鋼床版との合成を実現するせん断力が連結部を通してウェブから効果的に伝達されていることが分かる。また、グラフの合成モデルと参考モデルの応力状態より、ウェブからの部分接合が主桁上フランジからの部分接合と同じ機能を果たすといえる。

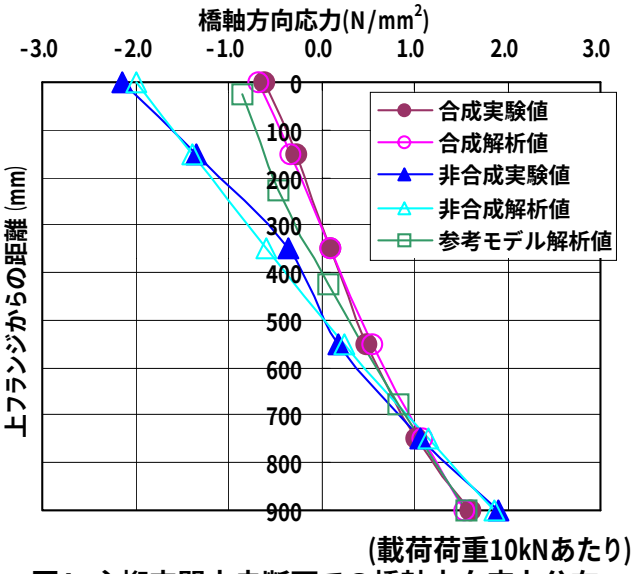

図4 主桁支間中央断面での橋軸方向応力分布

（２）主桁の変形

下フランジ中央のたわみは、初期変形等により桁がゆがみ、下フランジが回転変位をする。また、計測用桁下空間が十分に確保できなかった。よって、上フランジと鋼床版上面間の相対鉛直変位に着目した。

鋼床版上に変形しない基準梁を 2 点の支持で設置し、上フランジ上の、支間中央地点 b、橋軸方向両端部の各端から 300mm（上フランジ全長 4200mm）の 2 地点 a、c、の 計 3 点で相対変位を測定した（表 1)。検討は a、c を基準とした b の相対変位 δ とする。各点の変位、δ ともによく一致している。

表1 上フランジ各点の基準梁との相対変位とたわみ δ

	変位(mm)			
	合成モデル		非合成モデル	
	実験値	解析値	実験値	解析値
a	-0.029	-0.027	-0.047	-0.043
b	-0.004	-0.002	-0.007	-0.001
c	-0.030	-0.027	-0.047	-0.043
δ	0.025	0.025	0.041	0.042

(載荷荷重10kNあたり、鉛直方向下向きを正とする)

５．まとめ

実橋に即した 1／2 のモデルで、機能分割型鋼床版でのボルト接合の施工性と合成機能の検討を行った。その結果、応力、変位において鋼床版縦リブと主桁ウェブの結合部の力の伝達効果が確認でき、実験、解析ともよく一致した。実験と解析がよく一致していることより、今後は今回の解析モデルを基本とし、種々の解析条件によって設計上の検討をしていくことができるといえる。

この構造物は実用化される際、3 主桁以上となる場合が多い。この時着目すべき点は、鋼床版が桁をまたぐ部分での鋼床版と横リブを含めた幅員方向の曲げ剛性の連続性である。機能分割型鋼床版では、主桁ウェブにスリットを空け、横リブウェブ同士を連続する貫通材を通し力の伝達を明確にし、ウェブにせん断力を伝えるブラケットとの複合構造とする。力の伝達を明確にし、溶接部を少なくすることにより、疲労の心配を少なくすることができる。今後、主桁をまたぐ部分の横リブ、鋼床版の応力状態の詳しい検討を行う。