

## 支圧板方式鋼ポータルラーメン橋剛結部の荷重分担に関する検討

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司 高田機工(株) 正会員○山田 貴男  
 大阪市立大学大学院 学生員 池田 裕哉 高田機工(株) 佐合 大  
 高田機工(株) 谷 一成

### 1. はじめに

近年、中小スパンの単純桁橋において、維持管理性に優れ、建設コストを削減できる鋼ポータルラーメン橋の採用が増えてきている。著者らは、合理的な鋼ポータルラーメン橋の剛結部構造として、写真-1に示すような孔あき鋼板ジベル（以下PBL）を用いた支圧板方式の剛結部構造（以下支圧板方式）を提案し、構造実験<sup>1)2)</sup>により終局状態に至るまでの挙動を確認してきた。しかしながら、構造実験では剛結部の詳細な荷重分担までは、把握することが困難であった。

本稿では、合理的な設計法の確立を目的として、著者らが行った構造実験を再現した FEM モデルによる弾塑性有限変位解析を行い、設計荷重レベルでの支圧板方式の荷重分担特性を検討した。

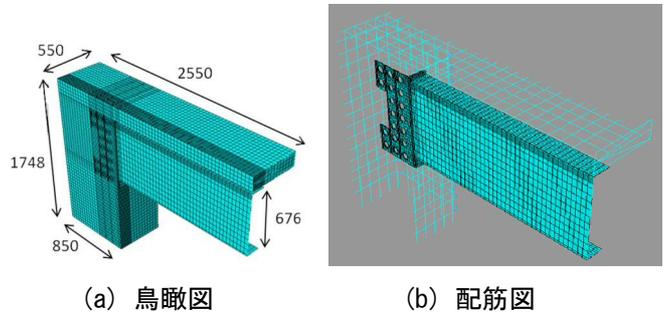


図-1 解析モデル(単位: mm)

表-1 鋼材の材料特性

鋼種	部材	ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	降伏点(N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
SS400	鋼桁(B)	2.09 × 10 <sup>5</sup>	293.6	0.3
SM400A	鋼桁(G)	2.09 × 10 <sup>5</sup>	311.4	0.3
SM490YB	支圧板	2.07 × 10 <sup>5</sup>	374.2	0.3
SM490YA	PBL	2.08 × 10 <sup>5</sup>	379.9	0.3
SD345	鉄筋	2.03 × 10 <sup>5</sup>	451.4	-

表-2 コンクリートの材料特性

圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	引張強度(N/mm <sup>2</sup> )	ヤング率(N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
35	2.69	28900	0.163



写真-1 支圧板方式の剛結部構造概要

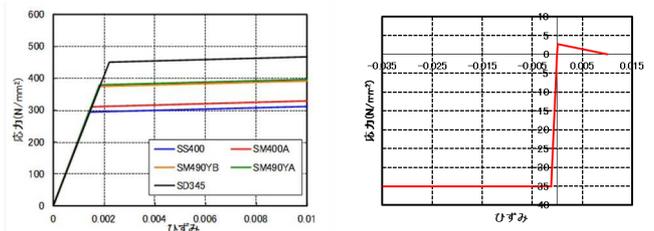


図-2 応力-ひずみ関係

### 2. 支圧板方式の FEM 解析

図-1 に支圧板方式の解析モデルを示す。解析モデルは構造実験の諸元と同じとし、全体構造系の片側を抽出した片持ち梁として、張り出し部先端の中立軸位置に強制変位を与えた。剛結部の PBL は、全てソリッド要素でモデル化を行い、PBL プレートと孔内コンクリートの境界面に接触条件を与え、荷重の伝達を再現した。表-1, 2 および図-2 に使用した材料特性とその応力-ひずみ関係を示す。鋼材およびコンクリートの材料特性は、実験時の材料試験結果をも

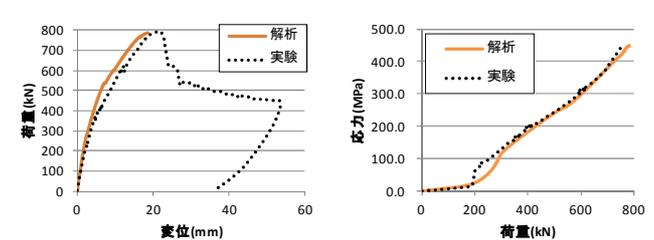


図-3 荷重-変位関係 図-4 床版鉄筋応力-荷重関係

とにモデル化を行った。なお、コンクリートの材料特性は、引張側をコンクリートのひび割れを考慮し

キーワード： 鋼ポータルラーメン橋, 剛結部構造, 支圧板方式, 孔あき鋼板ジベル, FEM 解析

連絡先： 〒556-0011 大阪市浪速区難波中 2-10-70 高田機工(株) TEL 06-6649-5145 FAX 06-6649-2439

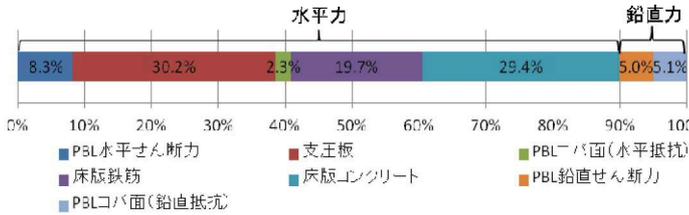


図-5 全曲げ抵抗力に対する各部材の分担率

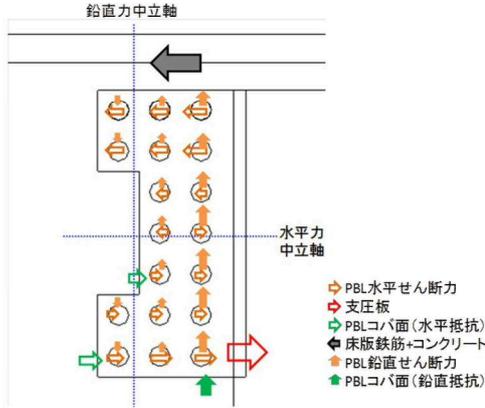


図-6 曲げ抵抗の概念図

たマルチリニアモデルとした。

再現した解析と実験の荷重-変位関係を図-3に、床版鉄筋の応力-荷重関係を図-4にそれぞれ示す。荷重-変位関係における初期剛性および最大荷重は、概ね実験結果と一致した。また、床版鉄筋応力も床版にひび割れが発生したと考えられる200kN付近の荷重で変化しており、ひび割れ直後のモデル化の影響を受ける範囲を除いて一致した。このことから解析は実験結果を再現できたと考える。

### 3. 支圧板方式剛結部の荷重分担率

設計断面力作用時(M=-476kN・m, S=280kN)における剛結部の荷重分担率を求める。なお、解析における鋼部材とコンクリート間の接触力を各部材の抵抗力として評価した。

剛結部に作用する曲げモーメントについては、各抵抗力に中立軸からの距離を乗じて抵抗曲げモーメントに換算して分担力を求めた。その結果を図-5に、曲げ抵抗の概念図を図-6に示す。曲げ抵抗に対しては、水平方向の抵抗力が全体の90%を占めており、床版鉄筋とコンクリートの分担率が49.1%と最も高かった。これは床版が中立軸から最も離れているためと考えられる。支圧板の分担率は30.2%、PBLの分担率は水平・鉛直方向を合わせても13.3%と低く、設計で考慮していないPBL板コバ面も7.4%荷重分担することがわかった。

次に剛結部に作用する鉛直力について、鉛直方向

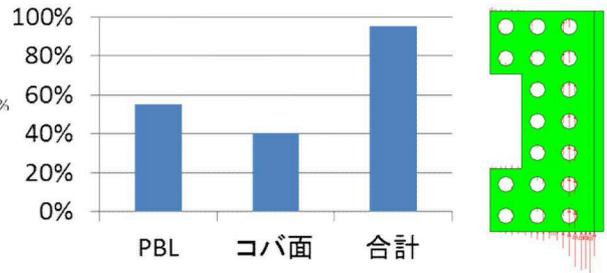


図-7 全鉛直抵抗力に対する各部材の分担率

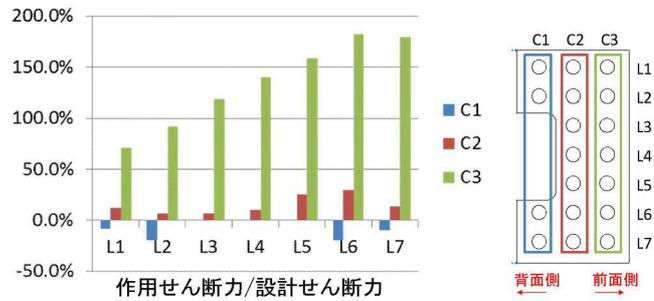


図-8 列毎のPBL設計せん断力に対する実作用力の割合

の抵抗力を整理した結果を図-7、橋軸方向列毎のPBL群の抵抗力を整理した結果を図-8に示す。鉛直力に対しては、PBLの抵抗力が全体の95%とほぼ全ての鉛直力を分担し、その内の40%の荷重をPBLコバ面が分担することがわかる。また図-8の結果より、橋台前面側の支圧板に近いPBL列群の特に下側が、設計せん断力に対して150%前後の荷重分担をし、よく抵抗することがわかった。

### 4. まとめ

支圧板方式剛結部のFEM解析を行い、設計荷重レベルでの支圧板方式の荷重分担特性を検討した。その結果、曲げ抵抗については、床版コンクリートと鉄筋が49%、支圧板が30%とほぼ荷重の大部分を分担し、PBLの荷重分担は板コバ面の抵抗も含め21%であった。また鉛直荷重の抵抗については、作用せん断力の95%をPBLが分担するが、孔あきジベルのせん断抵抗は55%であり、PBLの板コバ面の抵抗が40%あることがわかった。今後は、この結果も踏まえ支圧板方式の合理的な設計法を検討してゆく。

#### 【参考文献】

- 1)宮越,姉帯,山口,山田,谷,佐合: 鈴ヶ入橋(坂元2号橋)の実験と施工,橋梁と基礎,pp.26-32,2015.12.
- 2)山田,川元,山口,山田,曾田,水上,佐合,谷: 支圧板方式を用いた複合ポータルラーメン橋剛結部に配置された孔あき鋼板ジベルの力学的挙動に関する実験的研究,第10回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム, 2013.11.