

バラスト撤去量低減を目的とした斜ウェブ工事桁に関する実物大試験他

東日本旅客鉄道株式会社 フロンティアサービス研究所
 東日本旅客鉄道株式会社 フロンティアサービス研究所
 東日本旅客鉄道株式会社 東北工事事務所 工事管理室
 宮地エンジニアリング株式会社 技術本部 設計部

正会員 ○山下 洋平
 フェロー会員 小林 薫 正会員 小林 寿子
 正会員 山本 達也
 正会員 田中 伸尚 横澤 幸貴

1. はじめに

駅改良工事等において、営業線下での掘削を行う際に軌きょうの一時的な仮受けとして鉄道用工事桁(写真-1)を使用する
 場合がある。工事桁の施工に際しては、対象部のバラストを事前に掘削する必要がある。バラストの掘削は、重機を用いる
 ことが一般的であるが、営業線近接工事では、1日当たり作業時間の制約を受けるため、バラスト撤去量が多いと全体工程
 に大きな影響を与える場合がある。

そこで、バラスト撤去量を低減可能な工事桁構造について検討
 した。今回は、本構造について FEM 解析を実施するとともに実物
 大試験体において、静的曲げ載荷試験を行い、載荷による挙動に
 ついて報告する。

2. バラスト撤去量低減型工事桁構造の概要

通常、鉄道用工事桁では、形鋼を使用し、まくらぎ受桁を腹板
 に直結する抱込み式工事桁を用いることが多い。この場合のバラ
 スト掘削量は、要求性能を満足できる主桁高さと同様の制約
 により決定される。これに対し、提案する工事桁は、下フランジでま
 くらぎ受桁を直接支持することにより、まくらぎ下のバラスト撤去量
 を低減した。また、斜めウェブとなる主桁構造とすることで、合理的
 に建築限界を回避できる形状とした。これらにより、曲げ剛性を通
 常工事桁と同等に保ちつつ、バラスト掘削量を 50%まで低減でき
 る構造とした。(図-1)

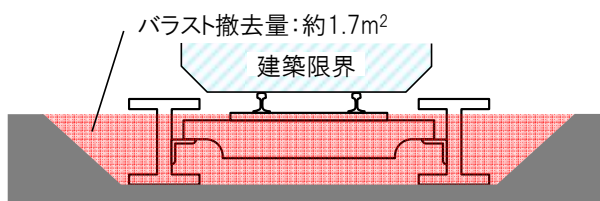
3. FEM 解析を用いた断面検討

断面検討は、支間 10.0m について FEM 解析(P法)を用いて行っ
 た。解析モデルを図-2 に示す。設計は鉄道構造物等設計標準に
 準拠し、列車荷重は EA-17、列車速度を 130km/h とした。材質は、
 全て SM400 を用いた。解析モデルの要素は、主桁、まくらぎ受桁、
 まくらぎ、ソールプレート等はソリッド要素とし、レールは梁要素とし
 た。支持条件は、単純支持とした。

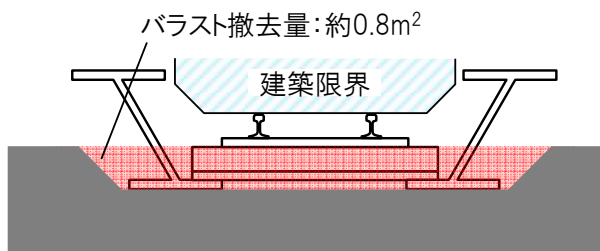
支間 10.0m の工事桁の場合、通常の抱込み式工事桁では、橋
 軸直角方向のたわみ(まくらぎ受桁のたわみ)制限量は 3.0mm とし
 ている。しかし、提案する工事桁は主桁下フランジの面外方向のた
 わみも想定されるため、下フランジの面外変形量を 1.0mm、まくら
 ぎ受桁のたわみ量を 2.0mm と制限して、断面検討を行った。FEM
 解析による断面の検討結果を図-3 に示す。主桁の下フランジの板
 厚は 32mm、ウェブの板厚は 20mm、ウェブ高さは 550mm とした。ま
 くらぎ受桁は、ウェブ高さ 130mm かつ下フランジ、ウェブともに板厚
 は 25mm とした。



写真-1 鉄道用工事桁



(a) 通常工事桁



(b) 提案する工事桁

図-1 工事桁概要図

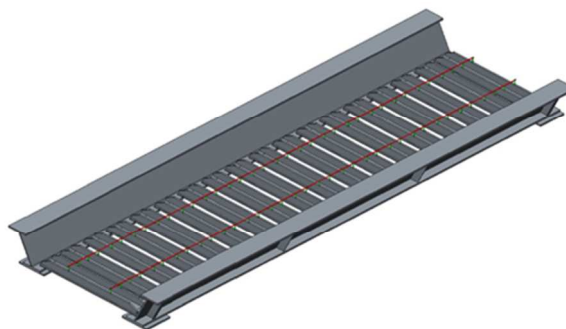


図-2 FEM 解析モデル(断面検討)

キーワード 鉄道用工事桁, FEM 解析, 実物大試験

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町 2-479 JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

4. 試験体・解析モデル概要

試験体を写真-2 に示す。荷重箇所には、実構造を想定し、50N レールを設置し、木まくらぎに犬釘で締結した。また、支点は、主桁とソールプレート、ソールプレートと架台をボルトで固定した。可動側の支点は、ソールプレートと架台の添接部において、ソールプレートを長穴とし、橋軸方向の変位を±13mm まで許容できる構造とした。

実験との比較には、FEM 解析(H 法)のモデルを用いた。解析モデルを図-4 に示す。支点部は、固定側のソールプレート下面を変位・回転ともに固定、可動側は、ソールプレート下面を橋軸方向の変位のみ許容した。

5. 荷重試験・解析結果

荷重荷重は、列車荷重(EA-17)と衝撃荷重を考慮した。荷重試験機の都合上、支間中央から750mm ずつ離れた2点荷重とした。荷重は鋼橋設計資料より、最も厳しい条件である5点荷重時と最大曲げモーメントが一致するように荷重を算出し、325kN ずつ荷重した。

荷重試験、FEM 解析から得られた結果を以下に示す。

- 解析における荷重時主応力状況を図-5 に示す。実験、解析とも局所的な応力集中は見られなかった。
- 今回の試験体では、橋軸方向の応力が大きく、最も橋軸方向の応力が卓越していた箇所は、実験、解析ともに主桁下フランジのまくらぎ受桁との添接部付近であった。(図-6) 橋軸方向の応力は、実験では 69.4N/mm^2 、解析では 67.5N/mm^2 となっており実験値が解析値より若干大きくなったが、設計許容応力(引張側) 150N/mm^2 以下であった。
- たわみ量は、実験、解析ともに支間中央のまくらぎ受桁中央で最大となった。解析では 12.3mm 、実験では 13.1mm であった。これは、本設工事桁の設計許容たわみ量である $L/600$ (16.6mm) 以下であった。たわみが解析より実験の方が大きい理由は、荷重実験中に微小な変形が把握されたことから、支点架台の変形の影響によるものと考えられる。

6. まとめ

- バラスト掘削量を50%低減可能な工事桁構造の提案を行った。
- 提案する工事桁構造(支間10.0m)は、応力・変位ともに設計条件を満たしていることを実験及び解析により確認した。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計標準・同解説(鋼・合成構造物):鉄道総合技術研究所編,平成28年1月
- 2) 橋梁研究会編:鋼橋設計資料(第五版),昭和61年3月
- 3) 第72回年次学術講演会「バラスト撤去量低減型工事桁構造に関する挙動解析」:山本 達也,平成29年9月

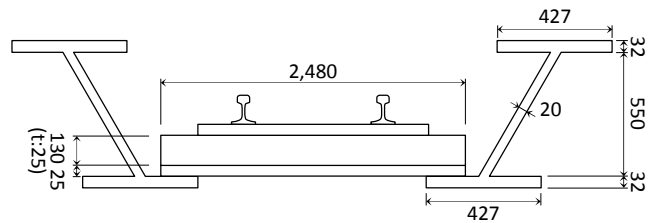


図-3 設計断面(mm)



写真-2 実物大試験体

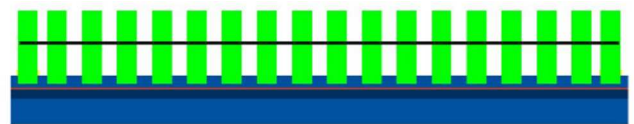


図-4 FEM 解析モデル

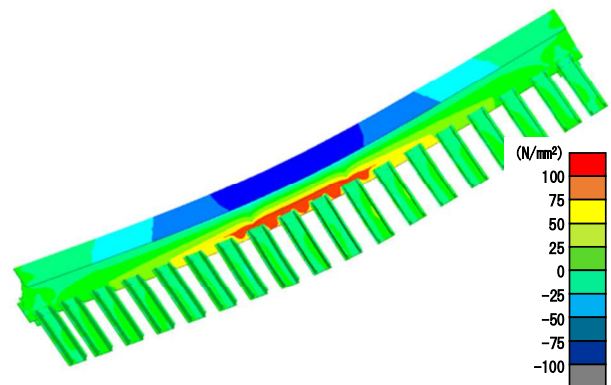


図-5 荷重時応力発生状況

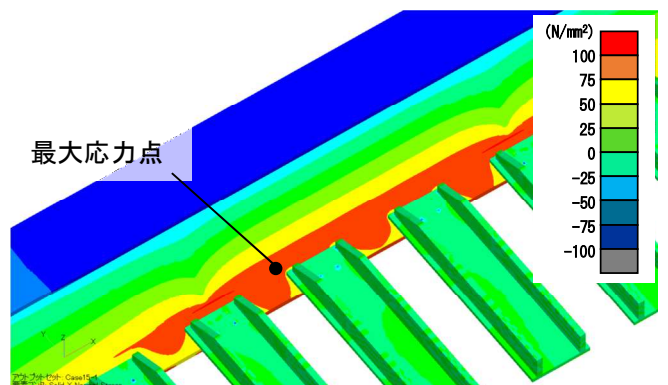


図-6 最大応力発生箇所