

バラスト撤去量低減型工事桁構造に関する挙動解析

東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター 正会員 ○山本 達也 フェロー会員 小林 薫
 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 正会員 後藤 貴士
 東日本旅客鉄道(株) 東北工事事務所 正会員 加藤 格

1. はじめに

駅改良工事等において、軌きょうの一時的な仮受けとして鉄道用工事桁(図-1 参照)を使用することがある。工事桁施工に際しては、対象部のバラストを事前に掘削する必要がある。掘削は重機による場合が多いが、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、全体工程に影響を与えることがある。

そこで、バラスト撤去量を 50%以上低減可能な工事桁構造を考えた。今回、本構造について要素レベルでの解析を行い、载荷による挙動を確認したので報告する。

2. バラスト撤去量低減型工事桁構造の概要

一般的な鉄道用工事桁形状は、形鋼を使用し、かつマクラギ受桁を腹板に直結する抱込み式工事桁が多い。この場合のバラスト掘削量は、応力算出等で設定する主桁高さと建築限界の制約により決定される。これに対し、図-2 に示す通り斜ウェブを有する主桁を用いて、かつ下フランジで荷重を支持する事により、水平軸周りの剛性を同等に保ちつつ、合理的に建築限界を回避する事でバラスト掘削量の大幅な抑制が可能になると考えた。

3. 解析概要

本検討では支間長：4.6m(桁長：5.0m)、桁高：400mm、载荷荷重：E-17 相当¹⁾の条件のもと、3 次元有限要素法による解析を実施した。荷重载荷用にマクラギ、及び受桁(H-250 弱軸相当)を 1 組配置し、かつ支点部は従来の工事桁同様、支承プレートを想定したモデル化を行った。解析モデルは対象条件を加味した 1/4 モデル(図-3 参照)とし、各部材間はボルトによる軸力、及び摩擦を考慮した接触を定義した。

また、パラメータとしてウェブ角度：90 度・60 度・45 度の 3 種類を設定し挙動解析を行った。なお、 θ ：90 度の水平軸周り剛性は市場品である H-400 と同等である。

4. FEM 解析結果

本解析の比較対象として、上記と同じ载荷条件を用いた



図-1 鉄道用工事桁設置例

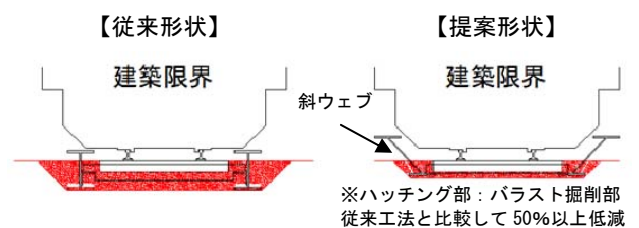


図-2 バラスト撤去量低減型工事桁構造

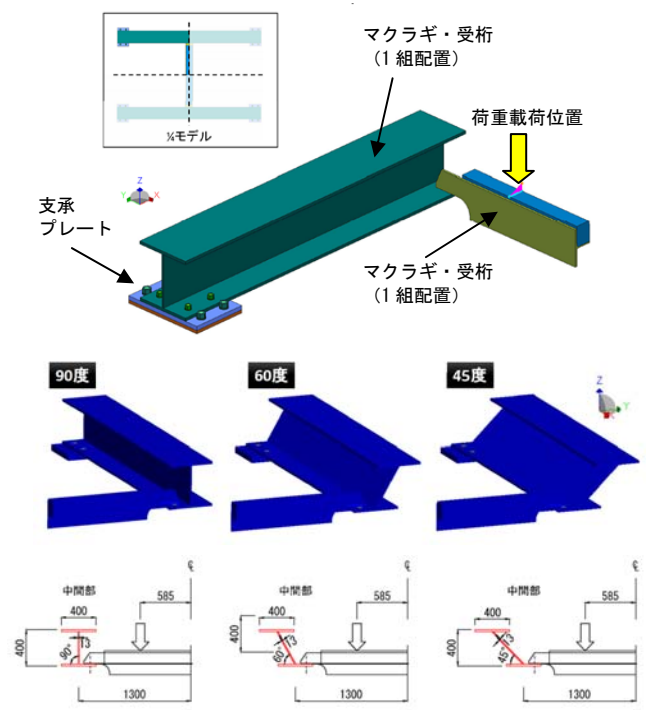


図-3 FEM 解析モデル概要

キーワード 鉄道用工事桁, FEM 解析

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

梁理論での計算結果を下記に示す.

- ・ 曲げ応力 : $\sigma_{\max} = M/Z = 39\text{MPa}$ (1)
- ・ せん断応力 : $\tau_{\max} = S/A_w = 11\text{MPa}$ (2)
- ・ たわみ : $\delta_{\max} = \delta_d + \delta_l = 1.7\text{mm}$ (3)

$$\times \delta_d = 5Wl^4/384EI$$

$$\delta_l = Pl^3/48EI$$

FEM 解析による最大主応力図は図-4 の通りである. 全ての解析結果において(1)よりも高い数値を示している事から, 橋軸直角方向, 及び鉛直方向の面外応力が卓越しており, 主桁のウェブ角度よりも, 偏載荷による面外変形の影響が大きい事がわかる.

次にせん断応力図を図-5 に示す. 曲げ応力と同様に(2)と比較して高い数値となっている. ねじりモーメントによるせん断応力が合算された影響であると考えられるが, 許容応力度に対して十分な余裕を持っている. また, 下フランジに偏載荷されるような構造であっても, せん断力が上縁まで伝達されている事がコンター図より確認できる.

支間中央部の変位量については図-6 の通りである. 上フランジと下フランジで逆向きの水平変位が生じている事から, ねじりによる挙動が確認される. また, 下フランジ载荷部の鉛直変位が顕著となっており, (3)よりも大きな数値を示している事から, 载荷部フランジが垂れ下がる挙動が生じている事が確認できる. なお, 今回は1組の受桁に列車荷重相当の集中荷重を載荷しているが, 実際の鉄道用工事桁にはマクラギ間隔ごとに受桁が配置され, かつレールによる荷重分散が図られるため, 面外発生応力については緩和が図られるものとする.

5. まとめ

以下に知見を示す.

- (1)本解析の範囲内において, 斜ウェブを有する主桁の下フランジに荷重を偏載荷させた場合, 斜ウェブの傾きよりも偏載荷による影響の考慮が必要である事を確認した.
- (2)発生応力は面外変形に伴い, 梁理論による計算結果よりも大きい値を示すが, 適切な断面形状を設定する事で, 許容応力度以下に制御可能である事が示唆される.
- (3)発生変位については, 橋軸方向の曲げによる鉛直変位その他, ねじりによる回転変位と偏載荷に伴うフランジの垂れ下がりが生じる. 今後は, これら挙動を踏まえた補強方法の検討, 並びに実物大レベルでの解析を行うとともに, 载荷実験による解析結果の検証が必要だと考える.

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)

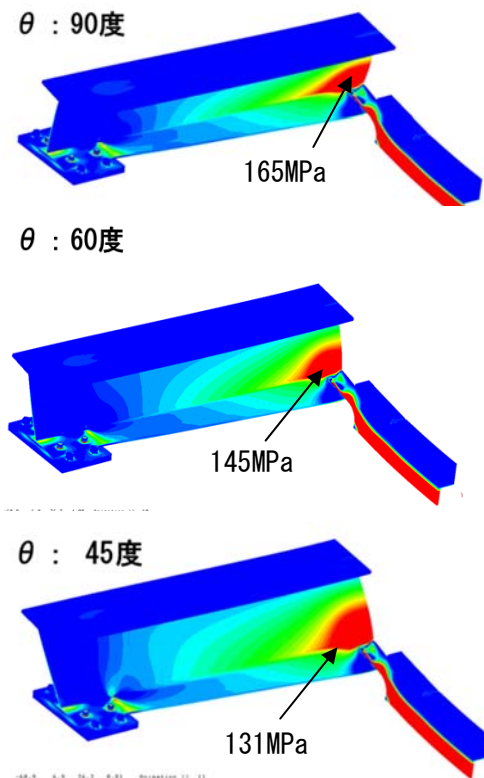


図-4 最大主応力図(変形図合成)

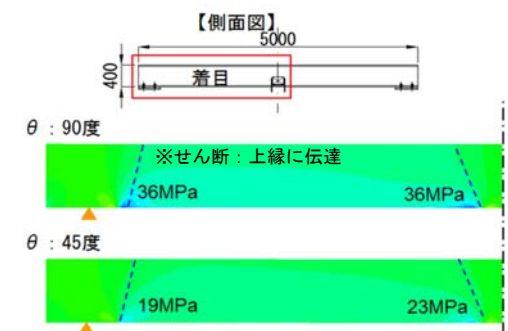


図-5 せん断応力図

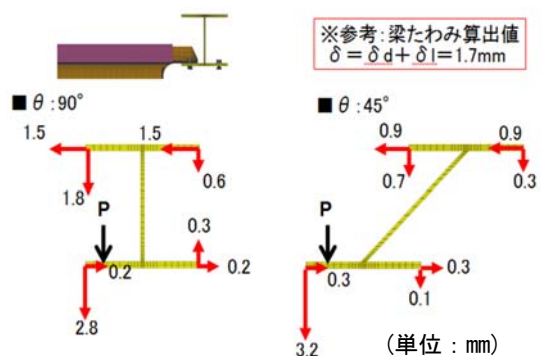


図-6 支間中央部の主桁変位