

## 路盤上の直接基礎を用いた工事桁工法の開発

JR 東日本 構造技術センター 正会員 ○小泉 秀之 正会員 森山 智明  
 JR 東日本コンサルタンツ 正会員 西村 公孝 伊東 志朗

### 1. はじめに

鉄道工事においては、線路下の開削工事等のため、軌道を仮受けする方法として杭基礎形式の工事桁工法が用いられている。杭基礎施工は線路内作業・線路閉鎖作業増加に伴う工期・工事費増加の要因となる。また線路下に鋼管挿入する等、地盤の緩みに対する軌道防護の手段として工事桁を施工する場合、必ずしも杭基礎が必要でない場合がある。今回、簡易かつ効率的な直接基礎形式による工事桁工法（以下、直接基礎工事桁）の開発を目的に、実験及び解析により検討を実施したので報告する。

### 2. 実構造物を対象とした事前解析検討

想定した直接基礎工事桁形状を図-1に示す。短時間で工事桁架設が可能のように、掘削量を減らすため、路盤面を直接基礎の支持面とした。また、一般的なマクラギ軌道で列車による履歴荷重を受けている路盤面の発生応力以下とするため、路盤に比較的均等に荷重が載荷されるよう、鋼板支承下にサイズの大きい基礎鋼板を設置する形状とした。路盤発生応力等を確認するため、2次元 FEM 解析を実施した。解析で採用した諸定数を表-1に示す。載荷重は、鉄道構造物において採用される E-17 荷重 2 輪重分とした<sup>1)</sup>。事前解析より、地盤物性が同様な場合、マクラギモデル<sup>2)</sup>では、路盤応力 0.05~0.06N/mm<sup>2</sup>程度、沈下量 6mm 程度の結果を得た。解析結果（路盤応力コンター図）を図-2に示すが、基礎鋼板を張出すことで、マクラギ構造と同程度の路盤発生応力に抑えることが可能である結果が得られた。

### 3. 縮小モデルを用いた静的載荷試験

#### 3.1 試験概要

実際の路盤発生応力等を確認するため、縮小モデルを用いた静的載荷試験を実施した。図-3に試験概要を示す。試験体は実構造物の約 2/3 スケールとした。計測項目として、鋼板支承付近の沈下量、路盤材を模擬した粒調砕石の土圧分布ならびに鋼板の発生ひずみとした。試験パラメータは、鋼板支承幅 1.0m で主桁スパン中央載荷、支承端部位置の主桁に載荷したものを各々 CASE1, CASE2 とし、鋼板支承幅 0.5m で主桁スパン中央載荷したものを CASE3 とした。載荷重は、E-17 荷重 2 輪重分（衝撃荷重含む）に対し、寸法効果を加味して 400kN とし、途

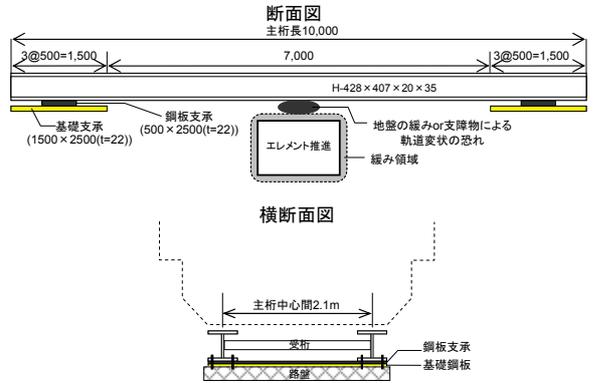


図-1 直接基礎工事桁形状

表-1 FEM モデルの諸定数

材料	ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	単位体積重量 (N/mm <sup>3</sup> )
主桁			$7.7 \times 10^{-5}$
鋼板支承	$2.0 \times 10^5$	0.3	$7.85 \times 10^{-5}$
基礎鋼板	35.0	0.45	---

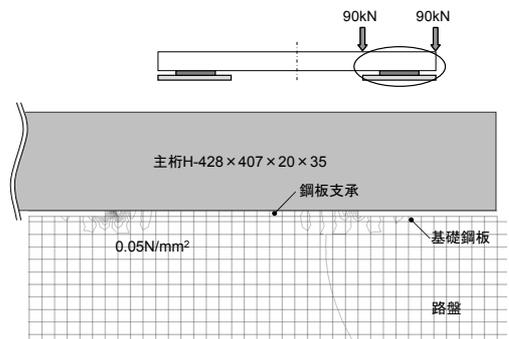


図-2 解析結果(路盤応力コンター図)

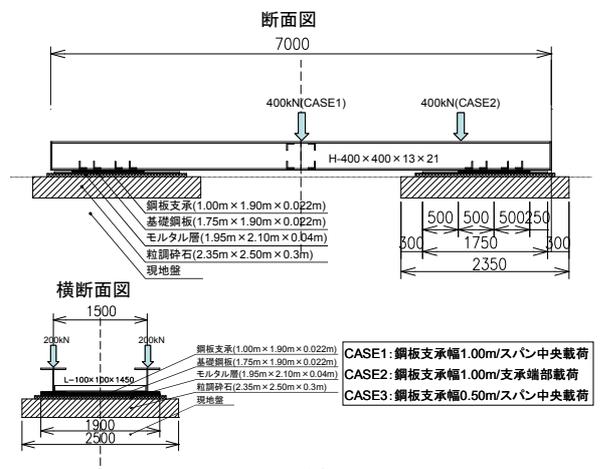


図-3 試験概要図

キーワード 工事桁, 直接基礎, 路盤応力

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木二丁目2番2号 TEL03-5334-1288

中, 100・200・300kN に達した時に, 除荷, 再載荷を行った.

### 3.2 試験結果

400kN 載荷時の鋼板中央位置の沈下量ならびに土圧分布の比較を図-4 および図-5 に示す. CASE1 と CASE2 を比較すると, 載荷位置が鋼板支承に近くなると, 荷重負担割合が増加するため, 沈下量・土圧とも増加する. 鋼板支承幅が 1000mm の CASE1 と 500mm の CASE3 を比較

すると, 鋼板支承幅の縮小に伴い, 沈下量・土圧の最大発生位置も主桁外側へシフトするが, 増加量は比較的小さい結果となった. 鋼板支承に対して基礎鋼板を張出すことで, 路盤応力が集中的に発生することを防止できる結果となった. CASE1 および CASE2 における鋼板支承での主桁直行方向発生ひずみを図-6 に示す. 両ケースとも, 中央部の発生応力が増加しており, 最大で 22N/mm<sup>2</sup> 程度の曲げ応力が発生している.

### 4. 試験シミュレーション

#### 4.1 解析概要

CASE2 の試験に対して, 3次元 FEM 解析を用いたシミュレーションを行い, 路盤への圧力分布の把握を行った. 解析モデルを図-7 に, 材料の諸定数を表-3 に示す. なお, 主桁曲げ剛性および荷重分散効果は考慮していない.

#### 4.2 解析結果

主桁直角方向の載荷点直下付近の土圧分布を図-8 に示す. 主桁曲げ剛性を考慮していないため, 荷重分散効果が小さく主桁下の発生土圧が大きいものの, 試験結果と概ね一致した結果を得られた. またコンター図を図-9 に示す. マクラギモデルと比較すると<sup>3)</sup>, 中央部分での土圧負担割合が小さくなるものの, 基礎鋼板を敷設することで, 荷重の分散が図られることを確認できた.

### 5. まとめ

今後, 適用に向けて, 実構造物レベルでの形状の詳細検討ならびに沈下特性等を把握していく.

#### 参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物 pp31-36 平成 16 年
- 2) 名村 明: 道床沈下特性に及ぼすまくらぎ諸元の影響評価 鉄道総研報告 2004.3
- 3) 鉄道総合技術研究所 都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル pp66-73 平成 19 年

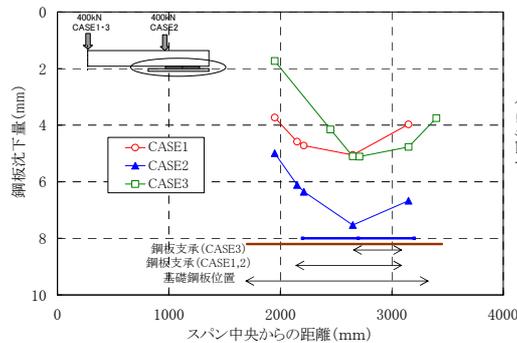


図-4 鋼板支承付近沈下量

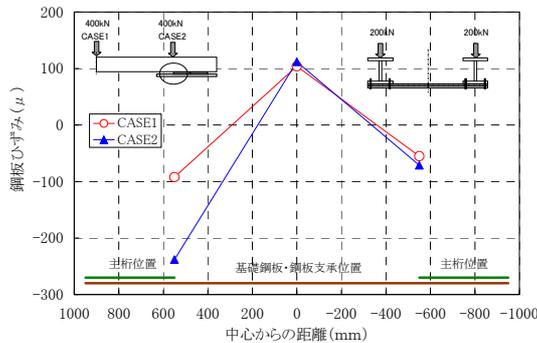


図-6 鋼板ひずみ(主桁直行方向)

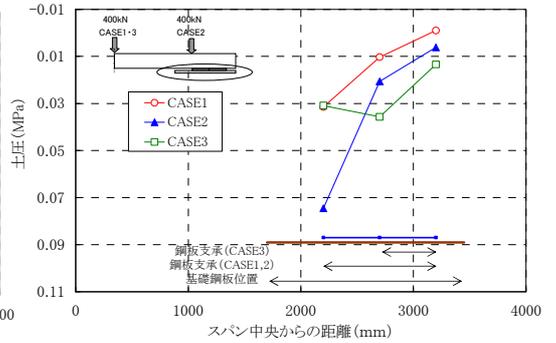


図-5 鋼板支承付近土圧分布

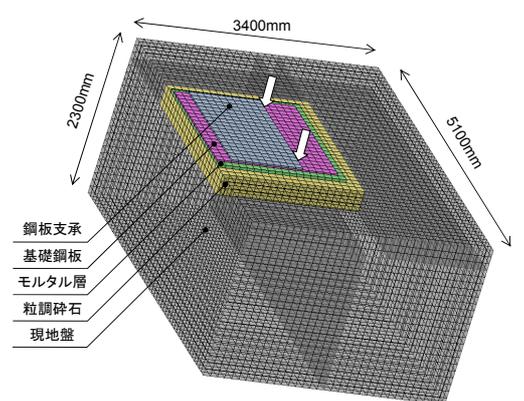


図-7 FEM 解析モデル(CASE2)

表-3 FEM モデルの諸定数

材料	ヤング率 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	単位体積重量 (N/mm <sup>3</sup> )
鋼板支承	$2.0 \times 10^5$	0.28	$7.85 \times 10^{-5}$
基礎鋼板	$2.5 \times 10^4$	0.20	$2.3 \times 10^{-5}$
モルタル層	180.0	0.30	$2.0 \times 10^{-5}$
粒調砕石 (路盤)	22.5	0.45	$1.6 \times 10^{-5}$

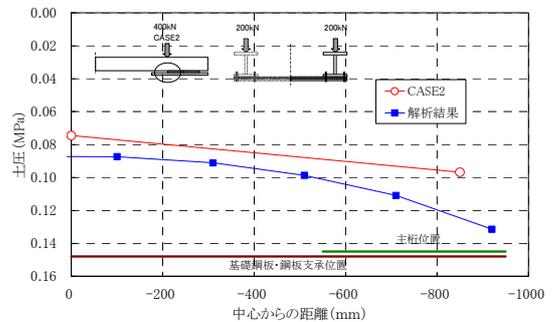


図-8 土圧分布(主桁直行方向)(CASE2)

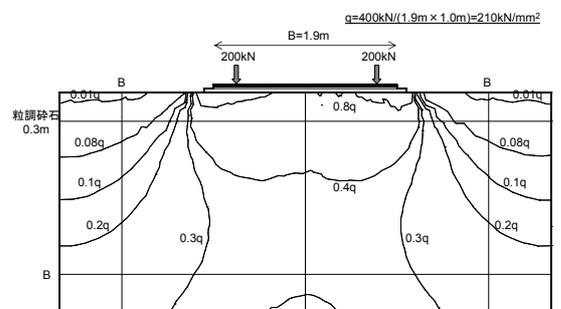


図-9 土圧コンター図(主桁直行方向)(CASE2)