

## 東北新幹線の支承部特性を考慮した地震時不同変位に関する検討

東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター 正会員 ○伊東 佑香  
 東日本旅客鉄道(株) JR 東日本研究開発センター フェロー会員 小林 薫  
 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 正会員 平林 雅也

### 1. はじめに

新幹線の地震時走行安全性は、L1 地震動に対し構造物の変位を走行安全性上定まる制限値内に留めることで確保される<sup>1)</sup>。制限値のうち不同変位について、支承部特性および構造物諸元に着目し検討を行った。

### 2. 検討の概要

#### 1) 支承部特性試験

走行安全性評価では、支承部を適切にモデル化する必要がある。そこで本稿では、東北新幹線の鋳鉄製線支承を再現した試験体を製作し、動的載荷試験により耐荷力および復元力モデルを設定した。サイドブロックの破損した支承では補強枠を設置したものもあるため、補強枠も同じく耐荷力および復元力モデルを設定した。

#### 2) 不同変位の解析的検討

上記で得られた復元力モデルに加え、実際の構造物諸元を調査し、直接基礎を有する壁式橋脚と桁構造を対象に解析モデルを構築し、不同変位と構造物諸元の関係を検討した。構造物諸元のうち桁長と橋脚高さの平均値から基本モデルを、最大および最小値からパラメータスタディ用のモデルを構築した。入力地震動は基本モデルにおける振動変位が設計限界値となる入力地震動とし、不同変位との相対的な関係の評価した。

### 3. 支承部の耐荷力および復元力モデル

#### 1) 線支承の耐荷力および復元力モデル

写真-1 のように線支承(FC-3-T)の線路直角方向に動的載荷を行い、耐荷力および復元力モデルを求めた。実験より線支承では摩擦係数 0.27 程度ですべり出し、載荷治具とサイドブロックのあきが無くなった後、サイドブロックのせん断破壊で試験終了となった。4 基の試験を実施した結果、剛性が平均  $1.5 \times 10^2 \text{ kN/mm}$ 、耐荷力が平均  $7.1 \times 10^2 \text{ kN}$  であった。



写真-1 線支承載荷状況

#### 2) 補強枠の耐荷力および復元力モデル

写真-2 のように補強枠(FC-3-T 用)も同様に線路直角方向に静的載荷を行い、耐荷力および復元力モデルを求めた。補強枠は線路直角方向の鋼材が十分に剛であるため、鋼材に降伏ひずみが発生する前に補強枠を固定するボルトのせん断破壊により試験終了となった。補強枠は剛性  $2.02 \times 10^3 \text{ kN/mm}$ 、耐荷力が  $1.2 \times 10^3 \text{ kN}$  となった。



写真-2 補強枠設置状況

### 4. 支承部を考慮した解析的検討

#### 1) 支承部復元力モデルの作成

図-1 に、実験結果からのサイドブロックおよび補強枠の復元力モデルを示す。各部材の荷重が作用するまでのあき量は、図面よりサイドブロック 5mm、補強枠 2mm に設定した。サイドブロックはサイドブロックのせん断破壊まで、補強枠は枠を固定するボルトの破断までをモデル化した。各部材の破壊以降は、図-1 のように解析上は荷重を保持するものとして検討を行った。

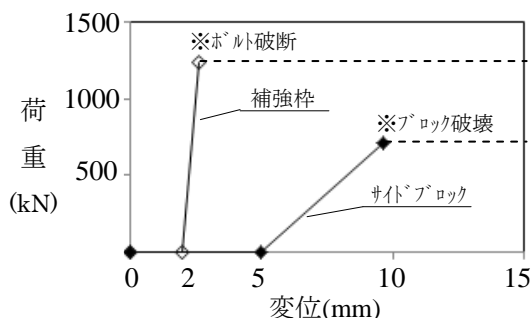


図-1 支承部復元力モデル

キーワード 車両走行安全性, 振動変位, 不同変位, 支承

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

2) 構造物諸元からの解析モデルの作成

構造物諸元の不同変位への影響を検討するため、東北新幹線の構造物調査の結果から、**図-2**のように桁長と橋脚高さをパラメータとした2径間の解析モデルを作成した。基本モデルは構造物調査の平均値から桁長 20m、橋脚高さ 10m とした。同じく調査結果から、パラメータスタディの最小および最大値は、桁長 10~65m、橋脚高さ 5~20m とした。モデル化にあたり、桁は弾性挙動を仮定し、桁重量を桁長毎に算定し付与した。橋脚は高さ毎に実際の断面から非線形特性を算出しモデル化した。支承部は支承を摩擦係数 0.2 で滑り出すバイリニアモデルとし、**図-1**の支承部および補強枠の復元力モデルを並列バネで付与した。またフーチング形状に応じ地盤ばねを設定した。

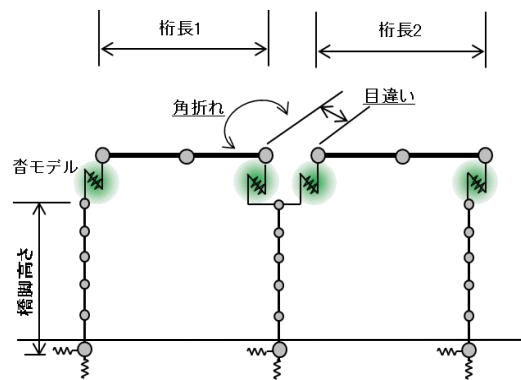


図-2 解析モデル

3) パラメータスタディ

**図-3**に、桁長 1 を 20m で固定し、桁長 2 の値を変化させ目違いを試算した結果を示す。支承部は支承のみ (以降①モデル)、支承およびサイドブロック並列 (以降②モデル) でモデル化した。また、**図-4**に、①モデル、支承および補強枠並列 (以降③モデル) での目違いの試算結果を示す。

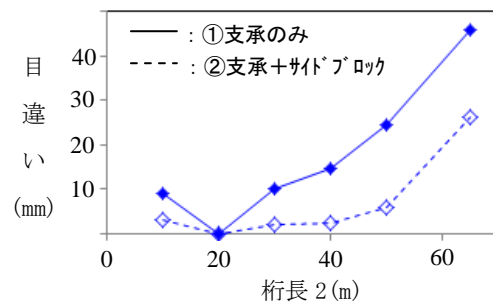


図-3 目違い(サイドブロック)

試算結果より、桁長差が大きくなるに伴い目違い量が増加した。これは桁長差が大きくなるほど、両桁の挙動差が大きくなったためと考えられる。また、支承だけでなくサイドブロックおよび補強枠を考慮したモデルとすることで、目違い量は小さくなった。ただし、本稿の調査で最長の桁長であった 65m で試算した結果では、**図-1**で想定したサイドブロック破壊および補強枠ボルト破断以降の挙動が確認された。ここから、桁長が長い場合は、サイドブロックおよび補強枠による目違い抑制効果が期待できない可能性があることがわかった。角折れについても同様に試算を実施したが、桁長差と角折れ量には相関があまりなく、目違いのように支承部のモデル化の影響が顕著にはならなかった。

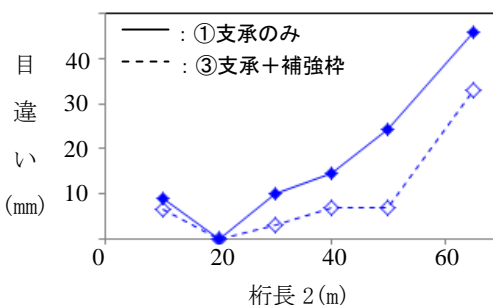


図-4 目違い(補強枠)

次に、**図-5**に全橋脚高さを変化させた場合の、支承部に①および③モデルでの角折れ量の試算結果を示す。

試算結果より、橋脚高さが長くなるに伴い、角折れ量が増加することが確認された。これは、橋脚高さが高いほど線路直角方向の水平変位が大きくなり、角折れ量が大きくなるためと考えられる。角折れに対しては、支承部のモデル化の影響はあまり見られなかった。また、目違いについても同様に試算を実施したが、橋脚高さ目違い量には相関は見られなかった。

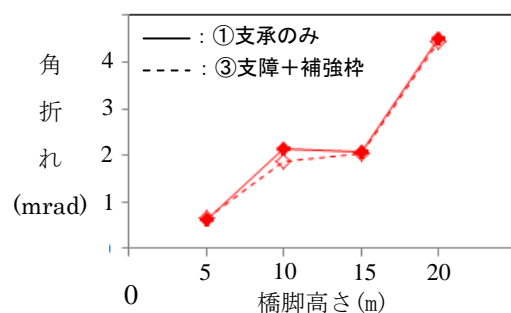


図-5 角折れ(補強枠)

5. まとめ

新幹線構造物の不同変位について、構造物諸元および支承部特性に着目し検討を行った。不同変位のうち、目違いでは構造物諸元のうち桁長差の影響が大きく、サイドブロックを有する構造と補強枠を有する構造では、目違い量に差異が見られた。また、角折れでは、構造物諸元のうち橋脚高さの影響が大きいことが確認された。

参考文献

1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説(変位制限)，2006. 2