

傾斜滑動面による無筋コンクリート橋脚の転倒限界向上方法の実施工を想定した摩擦係数の測定結果

ジェイアール東日本コンサルタンツ(株)

正会員

○ 山下 修史

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) JR 東日本研究開発センター

正会員

伊藤 隼人

1. はじめに 無筋コンクリート橋脚について、基礎の耐震性能が要求性能を満足していない場合、大規模地震時の破壊形態として水平方向慣性力による転倒が考えられる。この崩壊形態を防ぐ方法として、く体の設定した箇所に傾斜滑動面を形成する方法を考案した。今回、傾斜滑動面の作成方法として直接固定式のワイヤーソーを使用する方法により、 $900 \times 900 \times 900\text{mm}$ のコンクリート供試体を切断し、単位時間あたりの切断面積（以下、切断速度）を変化させた場合の切断面の状況を調査した。また、 $1300 \times 1800 \times 950\text{mm}$ のコンクリート供試体に対してワイヤーソーによる 5° の傾斜滑動面を試験施工し、表面状況を調査した。さらに、傾斜滑動面にフッ素樹脂コーティングした鋼板を挟み込んだ状態で水平方向に静的載荷試験を実施し、静止摩擦係数を求めた結果を報告する。

2. 試験方法

2-1 供試体概要 $900 \times 900 \times 900\text{mm}$ および $1300 \times 1800 \times 950\text{mm}$ のコンクリート供試体を作成した。使用した粗骨材の最大寸法は実構造物を模擬して 40mm とした。切断時のコンクリート強度は 43.6N/mm^2 であった。

2-2 切断方法 $900 \times 900 \times 900\text{mm}$ 供試体の切断は、切断速度を段階的に変化（レンジ 4, 5, 6）させて行った。切断速度はレンジ 4 が $2.0\text{mm}^2/\text{sec}$ 、レンジ 5 が $4.7\text{mm}^2/\text{sec}$ 、レンジ 6 が $9.8\text{mm}^2/\text{sec}$ であった。なお、レンジ 6 では切断中にワイヤーが断線した。 $1300 \times 1800 \times 950\text{mm}$ 供試体の切断は、コア削孔を中心部に行い、2 面（A 面、B 面）を設定して行った。切断速度はレンジ 5 で行い、A 面が $7.2\text{mm}^2/\text{sec}$ 、B 面が $6.0\text{mm}^2/\text{sec}$ であった。傾斜角度を設ける手段として保底材の高さを調整した。切断状況を写真-1 に示す。切断中にく体が自重でたわむのを防止するために切断部に適宜クサビを挿入した。切断完了後、SS400 鋼板（ $325 \times 450 \times 3\text{mm}$ ）にフッ素樹脂コーティングしたもの（材料の静止摩擦係数の実験値：0.17）を切断面に差し込み、クサビを撤去した。鋼板は 2 枚重ねで 15 箇所差し込んだ。



写真-1 切断状況



写真-2 計測状況

2-3 測定方法 表面状況の測定は、切断面中心部との高低差を計測することによって行った。計測方法は、スライドレール上に 2 台のレーザー変位計を取り付け、水平にスライドさせながら切断面までの距離と水平移動量を連続的に計測した（写真-2）。計測は 20mm 間隔で繰り返した。供試体中央については直行方向も計測し、値を補正した。水平載荷試験は、供試体上部の重心高さ位置を油圧ジャッキで載荷し、水平変位と荷重を計測した。載荷状況を写真-3 に示す。



写真-3 載荷状況

3. 測定結果・考察 $900 \times 900 \times 900\text{mm}$ 供試体の切断面下側の高さ分布を図-1 に示す。全切断面において中心部が低くたわむ傾向がみられ、レンジ 5 が他と比較して最も均一にみえる。最も高い箇所の頂部を通る水平線からの深さを平均した値（以下、平均深さ）¹⁾を算出したところ、レンジ 4 が 11.5mm 、レンジ 5 が 9.8mm 、レンジ 6 が 11.6mm であった。上述深さの最大値（以下、最大深さ）はレンジ 4 が 19.7mm 、レンジ 5 が 15.0mm 、レンジ 6 が 18.0mm であった。次に、 $1300 \times 1800 \times 950\text{mm}$ 供試体の切断下部について、各計測データを一次関数で近似し、傾斜角度を算出したところ、A 面が 4.66° 、B 面が 4.72° であった。切断面下側の傾斜分を除いた高さ分布を図-2 に示す。平均深さは A 面が 12.2mm 、B 面が 7.3mm で、

キーワード 無筋橋脚、傾斜滑動面、静止摩擦係数

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 TEL 048-651-2552

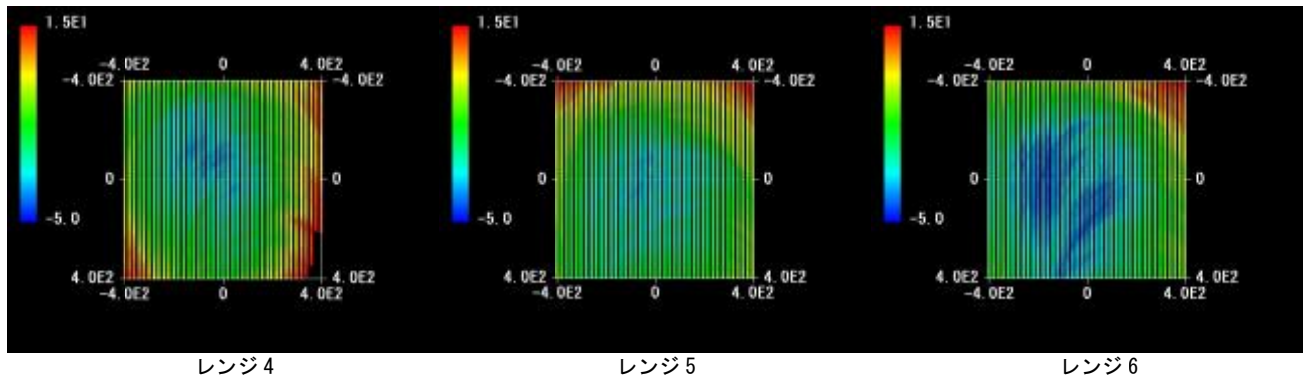


図-1 900×900×900mm 供試体切断面下側高さ分布 (切断方向: ↓)

最大深さはそれぞれ 17.1mm, 16.5mm であった。静的載荷試験後の鋼板の滑動状況を調査したところ, AB 方向の載荷については上り側 (B 面) の鋼板 8 箇所中 7 箇所鋼板間の滑動が確認されたが, 下り側 (A 面) では 7 箇所中 3 箇所滑動せず, 1 箇所鋼板 2 枚が同時に滑動した(写真-4)。BA 方向の載荷については上り側 (A 面) の鋼板 7 箇所中 6 箇所鋼板間の滑動が確認されたが, 下り側 (B 面) では 8 箇所中 1 箇所滑動せず, 2 箇所鋼板 2 枚が同時に滑動した(写真-5)。両方向共に, 下り側では特に凹んだ箇所で 2 枚の鋼板が同時に滑動する傾向がみられた。静的載荷試験による変位と摩擦係数の関係を図-3 に示す。静止摩擦係数は, 傾斜角度の影響も含んで, AB 方向時が 0.316, BA 方向が 0.319 であった。

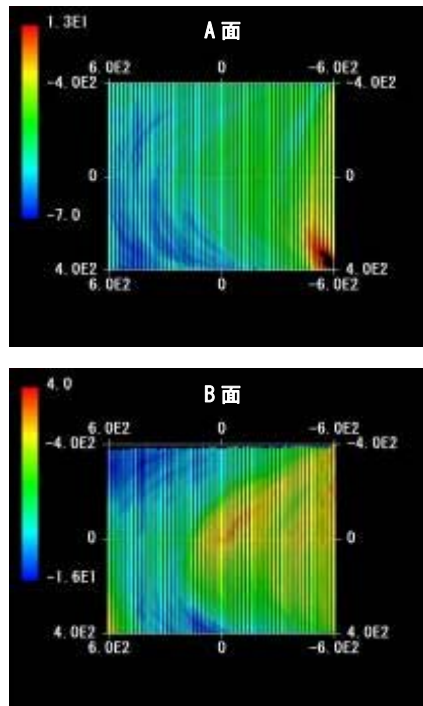
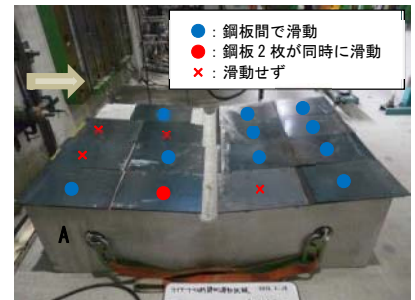
図-2 1300×1800×900mm 供試体
切断面下側高さ分布
(切断方向: →)

写真-4 AB 方向載荷後 (切断方向: ↑)

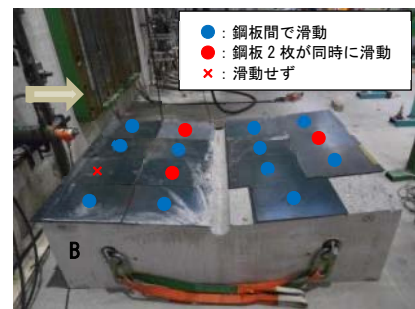


写真-5 BA 方向載荷後 (切断方向: ↓)

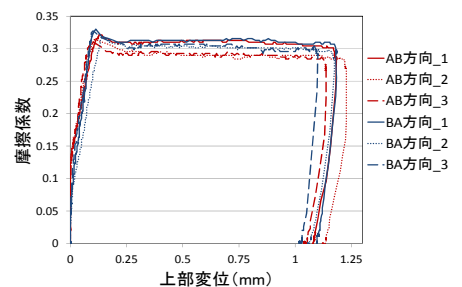


図-3 変位-摩擦係数関係

4. まとめ 測定の範囲内で得た結果を下記に示す。

- (1) 900×900×900mm 供試体のワイヤーソーによる切断では, 切断速度によって平均深さが 9.8~11.6mm となり, 最大深さは 15.0~19.7mm であった。
- (2) 1300×1800×950mm 供試体切断下部の傾斜角度は 4.66° および 4.72° であった。
- (3) 1300×1800×950mm 供試体切断面下側の傾斜分を除いた平均深さは 12.2mm および 7.3mm で, 最大深さは 17.1mm および 16.5mm であった。
- (4) 1300×1800×950mm 供試体の静的載荷試験では上り側傾斜面では鋼板間で滑動する傾向が確認され, 下り側傾斜面では, 鋼板間で滑動する他, 滑動しない, あるいは 2 枚同時に滑動する箇所もみられた。
- (5) 静的載荷試験による静止摩擦係数は, 傾斜角度の影響も含んで 0.316 および 0.319 であった。

参考文献 1) 玉置一清, 竹之井勇, 佐田達典: 処理方法により相違する打継性能の比較について, 三井住友建設技術研究所報告, 第 4 号, pp. 69-76, 2006. 9