

# 21. 鋼合成桁 RC 床版撤去における 実物大供試体を用いた新技術の有効性の検討

呉工業高等専門学校  
呉工業高等専門学校  
極東興和株式会社

○ 石川 穂乃花  
重松 尚久  
下野 聖也

## 1. はじめに

1990年代、スパイクタイヤの禁止と車両制限令の一部緩和の影響により、凍結防止剤(塩化ナトリウム)の使用量増加や大型車両の交通量が増加した。この2つの改正により、床版内の鉄筋劣化が進行し、橋が設計強度を保てなくなっており、全高速道路橋の約25%の主な劣化原因になっている。そこで近年、高速道路リニューアルプロジェクト(大規模更新・修繕事業)により、損傷が進んだ鉄筋コンクリート床版をより耐久性の高いプレストレストコンクリート床版に取り替える床版取替工事が全国各地で本格化している。床版取替工事で部分更新される対象となる橋梁は、主に合成桁と非合成桁に分類される。そのうち、合成桁は非合成桁と比較して、床版と鋼桁を結合しているスタッドジベル(ずれ止め)が多数配置されていることから、既設床版の撤去作業にかかる施工期間の長期化や費用が高くなるなどの課題がある。現在の合成桁の既設床版撤去工法として、床版を複数のブロックに小分けに切断し鋼桁上の床版以外をはつり撤去後、鋼桁直上の床版をハンドブレイカー等で破碎し、鋼桁上に残存したスタッドジベルを切断する方法が一般的である<sup>1)</sup>。また近年、鋼桁間の床版を撤去し、ウォールソーを水平に設置して鋼桁直上の床版とスタッドジベルを水平切断・撤去する工法<sup>2)</sup>やワイヤーソーを用いて床版をスタッドジベルごと一括で水平に切断して撤去する工法<sup>3)</sup>が開発されている。しかし、いずれの工法も床版下での作業や鋼桁直上に残存するコンクリート撤去作業が必要となる。そこで、本研究では床版と桁を分離時に抵抗が大きいスタッドジベルに着目した合成桁の既設床版を効率的に撤去する新工法の開発に着手した。

## 2. 新工法概要

図-1に新工法床版撤去概要を示す。これは、床版上面からウォールソーの刃を床版面に対して斜め45度方向に設置してスタッドジベル頭部のみを

先行切断し、非合成桁と同様のジャッキアップによって桁から床版を一括で分離・撤去する工法である。本工法の採用により、床版を小分けにすることなく、大ブロックのまま一括撤去が可能であり、床版上面からの作業が基本となるため狭い桁下での作業を排除できる。また、従来工法と比較して、はつり作業を大幅に削減しスタッドジベル頭部切断作業とジャッキアップによる床版撤去作業を並行して行えるため、床版撤去作業の省力化や施工期間の短縮が可能である。本工法の有効性を確認するため、スタッドジベルを埋設した標準供試体とスタッドジベル頭部を切断した供試体の引抜力を比較した要素実験を行った。その結果、最大引抜力は標準供試体が202.4kNであったのに対し、スタッドジベル頭部を切断した供試体は16.7kNと約1/10以下の力でコンクリートから引抜き可能であった。また、実験後のスタッドジベルにコンクリートが付着していなかったことや供試体にひび割れが少なかったことから、スタッドジベル周辺のコンクリートへの影響も少ないことが確認できた<sup>4)</sup>。

本工法の実用化に向けて、スタッドジベル頭部切断後の床版が破壊することなく一括で分離・撤去可能であるか、またスタッドジベル頭部切断跡に対する床版補強の必要の有無が懸念事項となった。本研究では、実橋梁の既設床版を模した実物大供試体において、スタッドジベル頭部を切断した場合の引抜き時の荷重および床版の挙動を検証し、確実性や施工性を確認することを目的とする。

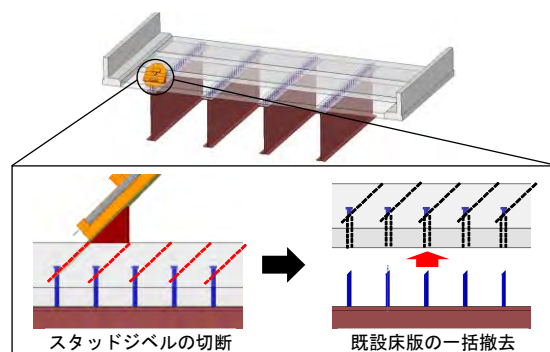


図-1 床版撤去概要図

### 3. 実験概要

#### 3.1 製作供試体と実験条件

本実験の供試体は、鋼 4 主桁における実際の床版取替工事を想定して、φ19mm のスタッドジベル (1 列 150mm ピッチ・4 本×11 列×2 主桁、計 88 本) と φ19mm の丸鋼 (1 列 150mm ピッチ・4 本×2 列×2 主桁、計 16 本) を溶接した H 型鋼上にコンクリート (2.0m×4.5m×0.2m 【ハンチ部厚さ 0.35m】) を打設した。コンクリート圧縮強度は、床版取替を実施する建設時の強度を想定し、24.0N/mm<sup>2</sup> を目標とし、供試体を製作した。

表-1 に実験条件を示す。同供試体のジャッキ本数とジャッキ間距離 (H 型鋼内側に配置する 2 基のジャッキ距離) が異なる 3 つの実験条件を用意した。図-2 に代表例として CASE02 の平面図・側面図を示す。L-1~L-8 がロードセル、D-1~D-8 が変位計の設置場所を示している。ジャッキは図に示す位置に取り付け、ジャッキ 4 本 (CASE01) の際は L-1~L-4 を使用して実験を行った。ロードセルにて引抜力を測定し、ジャッキ付近に変位計を取り付け供試体の変位を測定した。また、引抜き時の挙動確認のため各供試体に埋設したスタッドジベルの一部 Sd1-1-1~Sd2-3-8 にひずみゲージをスタッドジベルの表裏に設置し、平均した値を評価した。図-3 にスタッドジベルのひずみゲージ貼付位置を示す。

#### 3.2 実験方法

本実験では、スタッドジベル頭部切断からクレーンによる供試体撤去までの実際の床版撤去工事における一連の作業を行った。写真-1 にスタッドジベルの切断の様子を示す。最初に供試体に埋設したスタッドジベル頭部を供試体上面から電動ウォールソーによって切断し、設置した 4 箇所または 8 箇所の 50 トンジャッキを用いて供試体のジャッキアップを行い、分離時の引抜力をロードセル、スタッドジベル・コンクリートの挙動を変位計・貼付したひずみゲージによって測定した。その後、供試体をクレーンによって一括で撤去し、供試体状況を確認した。実験は、施工現場と同様に荷重制御で行った。

### 4. 実験結果

#### 4.1 最大引抜力

表-2 に実験で得た最大引抜力の全ジャッキ平均値・合計値を示す。ジャッキ 4 本使用した CASE01 は、供試体表面のコンクリートに曲げ破壊が発生したため、10mm ほどは引抜けたが、供試体を完全に引抜くことができなかった。原因として、供試体が H 型鋼上で拘束されている状況下で、ジャッキ位置を支点として H 型鋼間に曲げが発生したためであると考えられる。供試体を完全に引抜くためにはジャッキ 8 本を使用し、ジャ

表-1 製作供試体と実験条件

供試体(CASE)	ジャッキ本数 (本)	ジャッキ間距離 (mm)
01	4	1180
02	8	1180
03	8	1900

※CASE01 のジャッキは供試体中央の 4 本を用いる

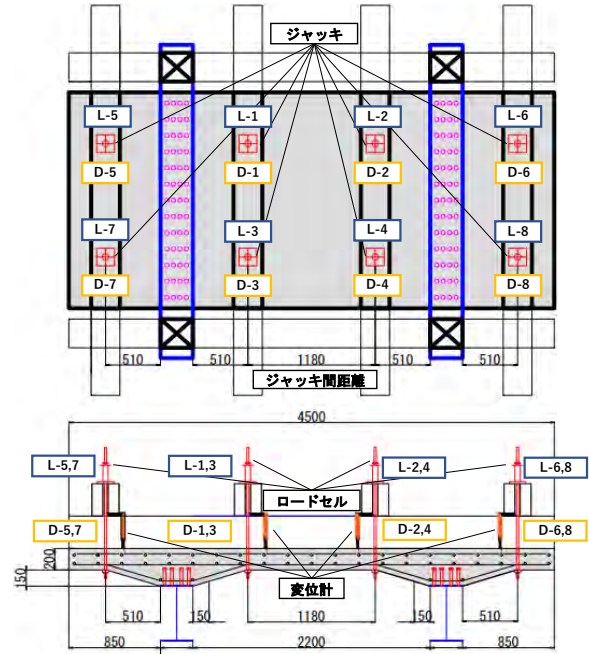


図-2 実験装置 平面図・側面図 (CASE02)



図-3 スタッドジベルのひずみゲージ貼付位置



写真-1 スタッドジベル切断の様子

表-2 最大引抜力の全ジャッキ平均値・合計値

供試体 (CASE)	平均値 (kN)	合計値 (kN)	ジャッキ位置
01	229.2	919.5	中間床版部
02	137.7	1101.8	中間床版部
03	117.5	939.7	ハンチ部

ジャッキ間距離にかかわらず、1基あたり約115kN～140kN程度の引抜力が必要である事が確認できた。また、ジャッキ間距離が長いCASE03の方がH型鋼からの偏心距離が短いため、小さい力で引抜くことができた。

#### 4.2 引抜力と供試体変位の関係

図-4にCASE01、図-5にCASE02、図-6にCASE03の引抜力と供試体変位との関係について示す。CASE01は、供試体を完全に引抜くことができなかったため、最大引抜力が変位の最大値となっている。ジャッキ間距離が異なるCASE02とCASE03のグラフを比較すると、引抜力が大きくなると供試体中央部(図内○)と供試体外側(図内△)の変位の値の振れ幅が大きくなっていることが確認できた。これは、CASE03はH型鋼からジャッキまでの距離が中心部と外側で異なるため、H型鋼間に発生した曲げによる影響が大きくなり、そ

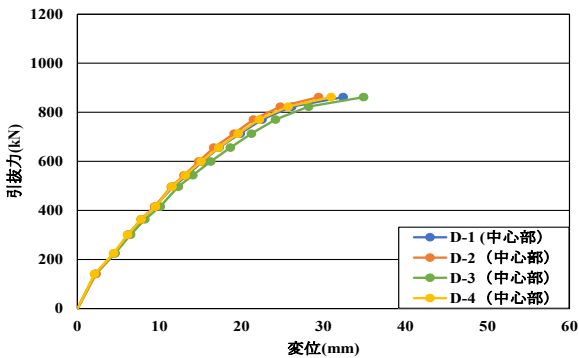


図-4 引抜力と供試体の変位の関係 (CASE01)

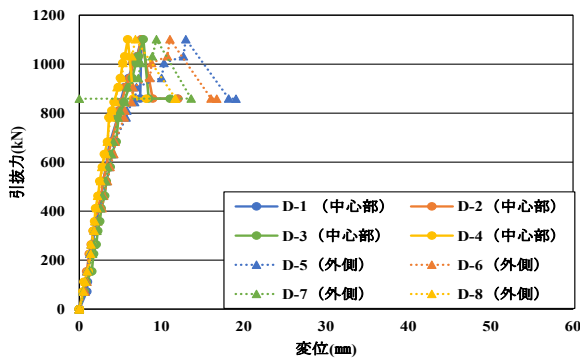


図-5 引抜力と供試体の変位の関係 (CASE02)

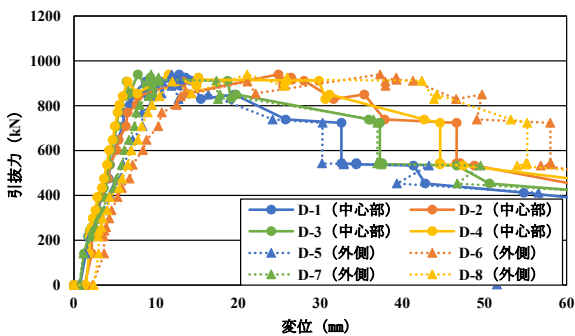


図-6 引抜力と供試体の変位の関係 (CASE03)

れに伴い変位も同様に大きくなったと考えられる。また、CASE03のグラフにおいて、供試体外側の変位が中央部の変位より大きくなっている傾向が確認できた。これは、供試体をスタッドジベルから引抜く際、側面方向から見てV字型に少したわみながら引抜けているため、供試体外側の変位が大きくなったと考えられる。一方、供試体中心部と外側の変位に顕著な差が見られないCASE02は、H型鋼とジャッキまでの距離が供試体中心部と外側で等しいため、供試体の変形が少なくほぼ左右対称に引抜けたと考えられる。

#### 4.3 引抜力とスタッドジベル変位の関係

図-7にCASE02、図-8にCASE03の引抜力とスタッドジベルひずみの関係を示す。今回は、供試体を完全に引抜くことができたCASE02、CASE03に着目する。CASE02においては、Sd1-1とSd2-1は測定不可能であった。CASE03は、CASE02と比較して、CASE02より小さい引抜力でひずみが増加していることが確認できる。これは、CASE03はハンチ部の下からジャッキで引抜力を加えたためであると考えられる。また、スタッドジベルひずみの動きもCASE03がCASE02より不安定である。CASE02は、主桁から左右対称な位置にジャッキを設置し、ジャッキアップを行っているが、CASE03は、ハンチ中央部と供試体ハンチ接合部にジャッキを設置し実験を行ったことで、鋼桁に対し平行に持ち上がらず供試体の挙動が安定しないため、値の振れ幅が大きくなったと考えられる。供試体

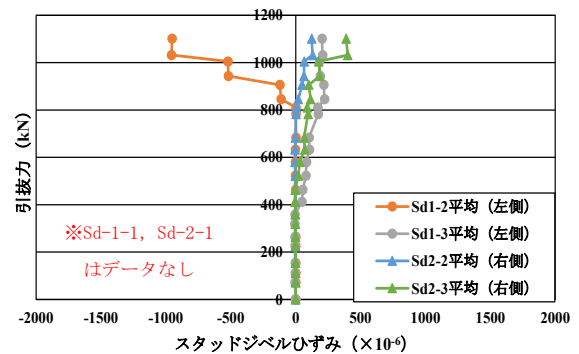


図-7 引抜力とスタッドジベルひずみの関係 (CASE02)

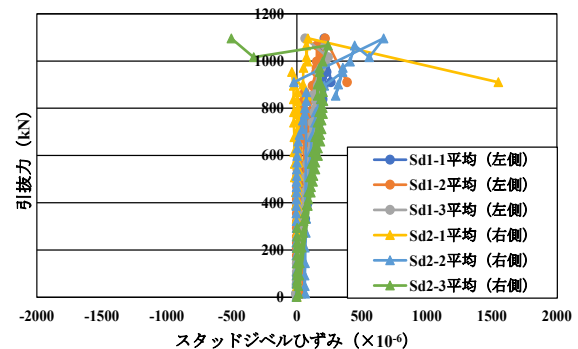


図-8 引抜力とスタッドジベルひずみの関係 (CASE03)



が引抜け始めた後、CASE02、CASE03ともに全ジャッキ合計値の最大引抜力付近でひずみゲージが切れ、測定不可能になっている。

#### 4.4 実験後の供試体の様子

写真-2に代表例としてCASE03のジャッキアップ後撤去した供試体を示す。写真に示すようにジャッキ8本を使用して引き上げた供試体では、スタッドジベルの頭部を切断すると、コンクリートが破壊することなく、供試体を一括で引き上げることが可能であった。また、スタッドジベル頭部切断時に供試体表面にできたスタッドジベル切断跡の補強を行うことなく、供試体を引抜き可能であることが確認できた。写真-3、写真-4に実験後の鋼桁上のスタッドジベルの様子を示す。実験後の鋼桁上にはコンクリート殻が一部残存していたが、従来工法と比較して、残存コンクリート量は鋼桁上スタッドジベルのコンクリートの付着も少なかった。したがって、床版を撤去する際ににおけるコンクリートへの影響は少ないことが分かった。また、引抜実験前にスタッドジベル頭部の先行切断を行ったが、写真に示すように頭部が完全に切断できていない箇所が存在しても、床版撤去への影響が少なく、コンクリートと鋼桁の分離が可能であった。

#### 4.5 従来工法との施工性・費用の比較

新工法におけるスタッドジベル1箇所あたりの電動ウォールソーによるスタッドジベル頭部の切断作業の所要時間は、約15分程度であった。また、床版撤去後の鋼桁上に残存するコンクリート量が少なく、はつり工具などで容易に撤去可能であるため、一般工法と比較してはつり作業を大幅に削減可能である。この結果から、新工法の撤去工程を橋長30.0m、幅員9.7m、4主桁の単純鋼桁橋として試算すると、従来の床版撤去工法に比べ、約25%短縮できることが確認できた。また、作業時間の短縮や簡易化による現場周辺の騒音などによる環境問題や作業員の負担軽減に繋がる安全性の面からは利点だと考えられる。これらのことから、実物大供試体における新工法の有効性と確実性を確認することができ、今後、本工法を実用化することで、建設現場での生産性向上に貢献できると考える。

#### 5. 結論

- (1) 床版をジャッキアップで引抜く際、ジャッキを8基使用することで、供試体が曲げ破壊することなく一括で引抜き可能であり、撤去時にスタッドジベル頭部切断後の床版に対する補強は不要であった。
- (2) ジャッキが8本の場合、H型鋼からの偏心距離が短いジャッキ間距離1900mmの供試体は、1180mmの供試体と比較して引抜力を小さく



写真-2 実験後撤去した供試体 (CASE03)



写真-3 実験後の鋼桁上のスタッドジベル (1)



写真-4 実験後の鋼桁上のスタッドジベル (2)

できたが、H型鋼間に発生する曲げの影響が大きくなる。

#### 参考文献

- 1) 土木学会：鋼構造シリーズ 33 鋼道路橋 RC 床版更新の設計・施工技術、pp.239-246、2020。
- 2) 新田晟也、光永知央、木寺久幸、紙永祐紀：斜角を有する合成桁の架設桁を用いた床版取替、プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集、Vol.31、pp.25-28、2022。
- 3) 宮地エンジニアリング株式会社：M-SR システム (<https://www.miyaji-eng.co.jp/pdf/msr.pdf>)、2023年8月22日参照
- 4) 石川穂乃花、重松尚久、下野聖也：スタッドジベルを有する鋼合成桁コンクリート床版撤去技術に関する研究、令和4年度 建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集、pp77-82、2022。