

VTRによる複合ラーメン橋結合部のクラック進展解析

北見工業大学 正員 山崎智之 (株) 釧路製作所 正員 佐藤孝英
 宮坂建設工業(株) 樽見真人 ヤマト設計(株) 正員 加藤 修
 北見工業大学 フェロー 大島俊之

1. まえがき

鋼とコンクリートとの複合ラーメン橋は個々の特徴を効果的に利用し、経済性、耐久性および維持管理に優れた橋梁である。この橋梁は鋼桁と鉄筋コンクリート橋脚とを接合したもので、その接合方式は種々採用されており実験、解析を行うことにより信頼性を確保している。しかし、接合部が破壊状態までに達した時の荷重と変形性能については必ずしも明確になっていない点も多く、現時点では接合部については塑性化させないものとして、橋脚基部が先行塑性化するような設計となっている。そこで本研究は施工性がよく、従来の構造よりも簡素な接合方式を提案し、その接合部付近の非線形弾塑性挙動を実験、解析によって検討してきた。接合方式は橋脚から連続する鉄筋を鋼桁下フランジに設けた孔を通して、その周りを囲む垂直補剛材と鋼板で作ったボックス上の空間に引き込み、ボックス内をコンクリートで充填し定着させるもので、半剛構造として考えられる。ここでは、この接合部をモデル化した供試体を用いて動の実験を行い、その時の荷重－変位履歴曲線と実験供試体を撮影したビデオカメラによるひび割れ進展の追跡により接合部の破壊について検討する。

2. 動の実験の概要

実験供試体の寸法は、鋼桁高さ 500mm、鋼桁厚さ 9mm、支間長 1890mm でコンクリート柱の断面は 500×450mm である(図-1)。接合部は鉄筋 D13 (SD295A) を鋼板で囲まれた 4 つのボックス内にそれぞれ 2 本ずつ鋼桁下フランジを貫通させて引き込み、無収縮コンクリートで定着させた。定着長は種々の実験¹⁾より鉄筋径の 20 倍(20φ)とした。また、鋼桁下フランジには水平力に抵抗するためスタッドを配置している。

実験は供試体を床面と平行な状態にし、供試体鋼桁部を反力壁に固定して行った。載荷方法は図-2 に示すように RC 柱端部から 150mm の位置に最大載荷能力 200kN の動的ジャッキ (アクチュエータ) を設置して、RC 柱に正負の交番水平力が作用するように変位制御で行った。図-3 に入力波形を示す。この波形は静的実験で得られた結果を参考にし、RC 柱内の鉄筋が降伏したときの RC 柱端部の水平変位 ($\delta y = 4.5\text{mm}$) を基準として、 δy 、 $2\delta y$ 、 $3\delta y$ ・・・と振幅を増加させた変位波形である。この実験では種々の測定を行っているが、ここで用いる画像処理の映像は図-2 に示すように RC 柱側面にビデオカメラを設置して RC 柱のひび割れ進展状況を記録したものである。また荷重－変位履歴は入力波形を変位とし、荷重はアクチュエータに取り付けてあるロードセ

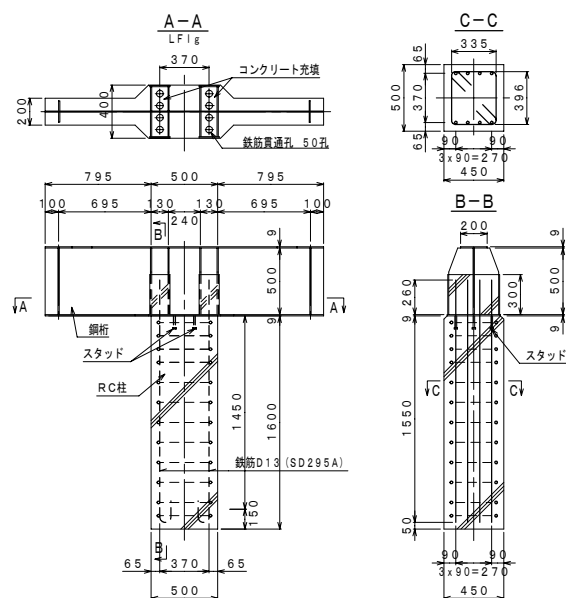


図-1 供試体概要図

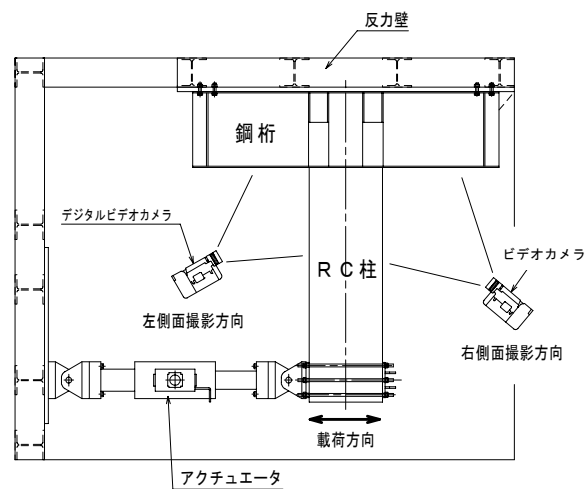


図-2 動の実験の概要図

キーワード：複合ラーメン橋、半剛構造、VTR によるクラック進展追跡

連絡先(〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 北見工業大学 TEL 0157-26-9485 FAX 0157-23-9408)

ルより記録したものである。この履歴曲線を図-4に示す。履歴は2サイクル目（図中の○印の部分）で最大荷重 80kN まで達し、3サイクル目では一度 70kN 程度まで荷重が低下するが、その後再び徐々に荷重が増加し、7サイクル目（水平変位 35mm）に 75kN までに達している。

3. ビデオ映像を用いたひび割れ進展の追跡

写真-1にビデオから切り取ったひび割れ進展の写真を示す。これは図-2における右側面撮影方向のビデオカメラで撮影したもので、ビデオカメラの記録速度は1秒間に30コマであるから最小記録時間間隔は1/30秒であり、その一コマを写真としたものである。RC柱部に描かれているマス目の大きさは100×100mmで、ひび割れ位置の目安のために描いたものである。

写真-1(a)、(b)、(c)、(d)はそれぞれ図-3入力波形の2, 3, 8, 10サイクル目プラス側最大変位時における映像である。ビデオ映像からは2サイクル目に下フランジから約25cm、写真上部側にひび割れと確認できる変化が見られた。3サイクル目では写真下部側からもひび割れが進展し、上部側のひび割れとつながった（下フランジから25～33cm）。4～7サイクルでは3サイクルに見られるひび割れが徐々に開いていく様子が見られたが、写真下部側のひび割れは下フランジから28cmの位置に新たに現れ上部側ひび割れとつながった。8サイクル目には下フランジから約10cmの位置に新たなひび割れが発生し、ひび割れ幅もかなり大きくなってきた。10サイクル目にはこの二つのひび割れ間のコンクリートが剥離しているように浮き上がってきて、角のコンクリートが剥落している。その後鉄筋の破断によって供試体が破壊した。

履歴曲線と比較すると3サイクル目に一度荷重が低下していることは、右側面全体にひび割れが貫通したことによりコンクリートが分担した引張力がなくなり、さらにひび割れにより供試体が開きやすくなり低い荷重で所定の変位に達したと考えられる。次に7サイクルまでは鉄筋の強度により徐々に荷重は増加するが、8サイクル目には新たなひび割れが生じ、圧縮部のコンクリート（左側面）も2本のひび割れによって浮き上がっているような状態となり、鉄筋も引張強度の限界になったと考えられる。

4. あとがき

今回、動的実験のひび割れ進展追跡のためビデオを用いて処理を行い、履歴に影響するような大きなひび割れの変化は追跡できたが、コンクリート表面に生じる微細なひび割れは通常のビデオでは確認することはできなかった。また照明の当て方にも不備があり、鋼桁下フランジ付近の下部側に影ができてひび割れの見えづらい部分があった。

参考文献

1) 佐藤、大島、他3名：鋼桁とRC柱を半剛結した構造の結合部の非線形性と応力伝達メカニズムの解析，応用力学論文集，土木学会，Vol. 3，pp. 415-426，2000

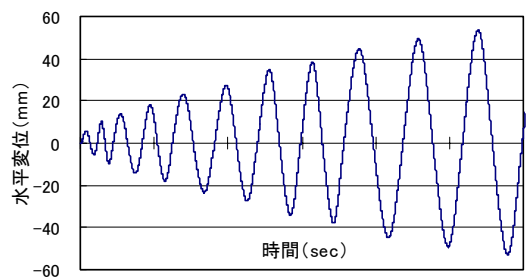


図-3 動的実験の変位入力波形

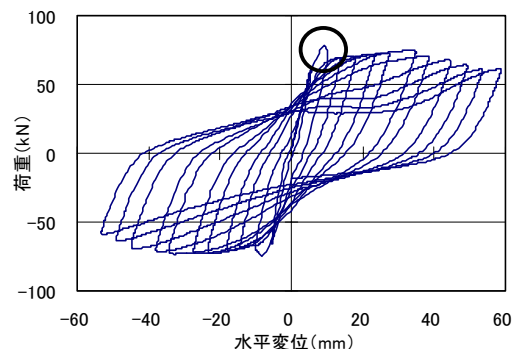


図-4 荷重-変位履歴曲線

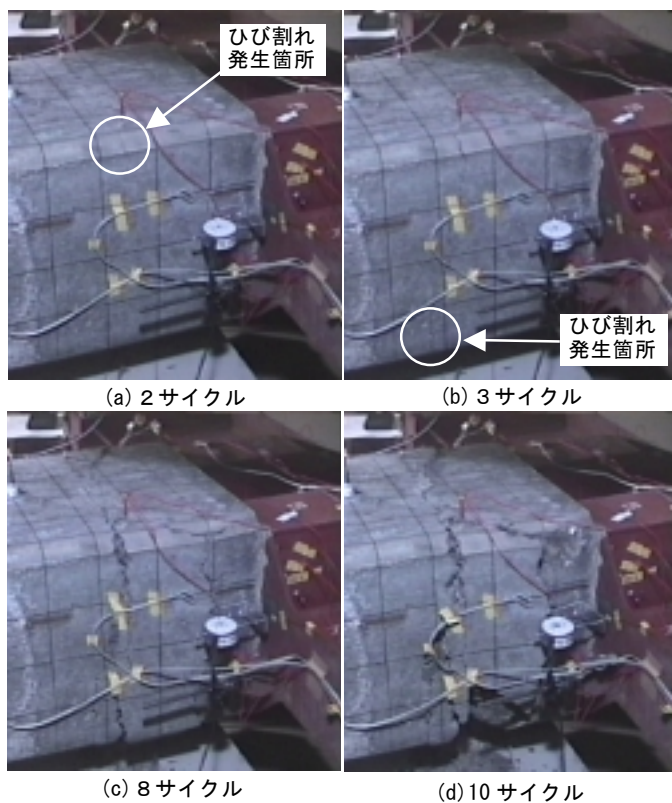


写真-1 ひび割れ進展状況