

I-B 137 圧縮側を充填鋼管で補強したRCはりの落錐衝撃載荷実験

日本ゼネスパイプ(株) 正 塩見昌紀
金沢大学 正 前川幸次
吉田構造工学研究所 正 吉田 博

1. はじめに

鉄筋コンクリートはり（以後、RC はりとする）では早期に起こるコンクリートの圧潰とそれに続く圧縮鉄筋の座屈のために、十分な曲げ変形能を期待することが難しい。圧縮鉄筋の代わりにコンクリートを充填した円形鋼管（以後、CFST とする）を用いることにより、コンクリートの圧潰領域が小さくなるだけでなく、CFST は剛性が高いために圧縮鉄筋のような座屈を起こさない。したがって、圧縮側をコンクリート充填鋼管で補強した RC はり（以後、CFST-RC はりとする）の曲げ変形能は、RC はりに比べて十分に大きくなると考えられる。CFST-RC はりの静的曲げ挙動については別途報告し¹⁾、ここでは横衝撃荷重が作用し高エネルギー吸収能を期待されるようなはり部材の開発を目指して行った CFST-RC はりの落錐式衝撃載荷実験について報告する。

2. 実験概要

試験体の諸元を図-1 に示す。CFST-RC はりではコンクリートの充填および鋼管と外側コンクリートの付着を高めるために、鋼管に $\phi 30\text{mm}$ の孔が $50\text{mm} \times 45^\circ$ ピッチで開けられている。また、曲げ変形能に着目するためにせん断スパンを長くするとともに、スターラップによるせん断補強を行ってある。CFST-RC はりと RC はりの違いは圧縮側に用いた鋼材のみであり、両者の設計終局曲げ耐力が同程度になるように鋼材量が決められている。なお、鋼材の公称値およびコンクリートの設計基準強度を用い、コンクリートの限界ひずみを 0.0035 として断面分割法による計算を行った結果、終局曲げ耐力は $M_{ud}=9.80\text{tfm}$ (CFST-RC はり) および $M_{ud}=9.83\text{tfm}$ (RC はり) となった。鋼管内へのコンクリートの充填および鋼管とコンクリートの付着を理想的な状態にするために型枠を直立させて上方（はり端部）から高流動コンクリートを打設し、CFST-RC はり 2 体 (C3, C4) および RC はり 2 体 (D3, D4) を製作した。コンクリートの配合、実験時のコンクリートの特性値および鋼材の特性値を、それぞれ表-1、表-2 および表-3 に示す。

落錐衝撃載荷実験装置を写真-1 に示す。重錘 (1.78tf) は鋼塊をボルト絞めにより一体化したもので、 $\phi 50\text{mm}$ の鋼製ガイドパイプに沿って高さ 3.1m からはり中央に自由落下する。はり上には、重錘下面の突起部を誘導するための孔を開けた直撃部とロードセルを一体化させた鋼製載荷治具がガイドパイプで支持され、はりと $50 \times 180\text{mm}$ の面で接するように設置してある。はりは、間隔が 2.8m の支持台に固定された直径 100mm の丸鋼で支持されている。

測定項目は、①上記のロードセルによって衝撃荷重、②スパン中央の鉄筋・

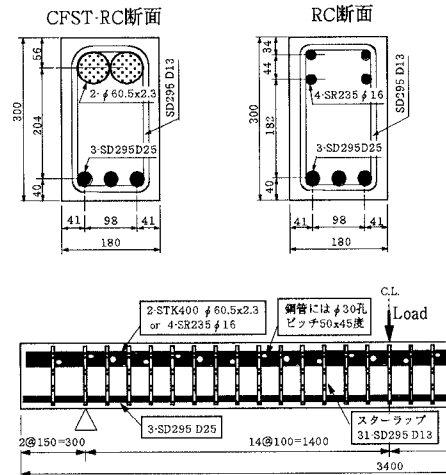


図-1 試験体の諸元



写真-1 落錐衝撃載荷装置

表-1 コンクリート配合 (kg/m^3)

水	セメント	膨張材	スラグ	砂	粗骨材	混和剤	最大骨材	7 ϕ
166	220	30	280	924	770	5.7	15mm	65cm

表-2 コンクリート特性値

試験体	圧縮強度
C3, D3	54.4 Mpa
C4, D4	49.4 Mpa

表-3 鋼材の特性値

鋼材名	降伏点	引張強度
鋼管(STK400)	396 Mpa	487 Mpa
鉄筋(SD295)	355 Mpa	527 Mpa
鉄筋(SR235)	332 Mpa	456 Mpa

鋼管ひずみ, ③重錘上部の加速度, および④エンコーダーによる重錘変位, である。①～③のデータは, DC アンプを経てデジタル変換レコーダーに 10kHz で記録した。重錘がリバウンドするまでは, 重錘の移動量をはりの载荷点変位とする。なお, エンコーダーのパルスデジタル変換システムは 100Hz のサンプリングであったため, データ整理に当たっては補間を行った。

3. 実験結果

図-2において, 実線は重錘変位と衝撃力の関係を表し, 破線は衝撃力の重錘変位に関する積分値, すなわち重錘からはりに伝達されたエネルギーを表している。図 2-(a)の CFST-RC はり (C4) では完全破壊に至らなかったのが最大変位までの積分値を図中に示し, 図-2(b)の RC はり (D4) では衝撃力が急激に低下する点を限界変位とし, そこまでの積分値を示してある。また, 落下高に最大変位または限界変位を考慮して求めた重錘エネルギーも図中に示してある。CFST-RC はりの伝達エネルギーが重錘エネルギーよりもわずかに大きい, 重錘エネルギーを完全に吸収したと言える。一方, RC はりでは完全破壊したために重錘エネルギーの 73%しか伝達されていない。その他の試験体 C3, D3 についてもそれぞれ C4, D4 と同様な結果を示した。

CFST-RC はり (C3, C4) は 1 回の衝撃载荷で完全破壊しなかったため, C4 に対して落下高 2m の 2 回目の衝撃载荷を行った。図-3 には, 1 回目および 2 回目の結果がそれぞれ太線および細線で表されている。1 回目の载荷では最終変位が 156mm で静止したので, この点を 1 回目の荷重-変位関係および吸収エネルギーとし, 2 回目のデータに対する初期値とした。2 回目の载荷においても完全破壊とは言えないが, スパン中央部は著しい損壊が見られた。この最大変位までの累積伝達 (吸収) エネルギーは 8.31tfm である。これは図-2(b)の RC はりの限界吸収エネルギーの約 1.9 倍であり, CFST-RC はりの耐衝撃性が優れていることを示している。

写真-2 は CFST-RC はりおよび RC はりの破壊状況を示す。RC はりでは, 破壊がはり中央部に集中し, 圧縮鉄筋が座屈している。

CFST-RC はりでは, 引張り側コンクリートの破壊の範囲が RC はりに比べて広いが完全破壊 (着地) には至らず, 鋼管に開けた孔の一部の潰れた状態 (局部座屈) が確認できた。

参考文献 1) 前川幸次, 野々山哲治: 圧縮側を充填鋼管で補強した RC はりの静的曲げ衝撃载荷実験, 第 52 回土木学会年次学術講演会, I-(合成構造), 1995。

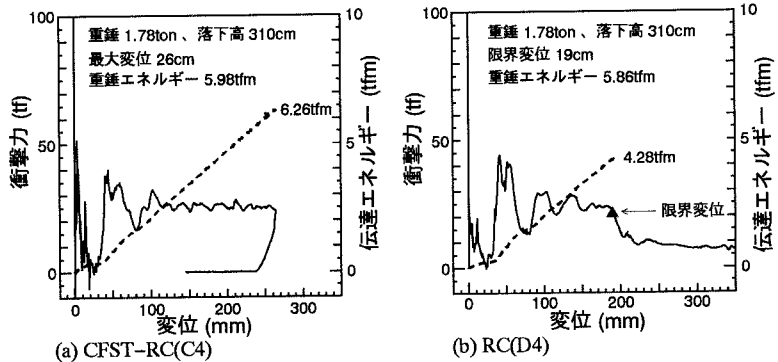


図-2 载荷点変位-衝撃力・伝達エネルギー

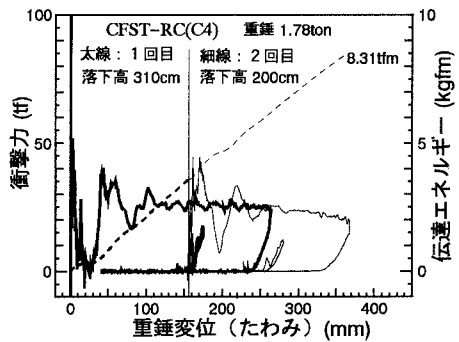


図-3 载荷点変位-衝撃力・伝達エネルギー

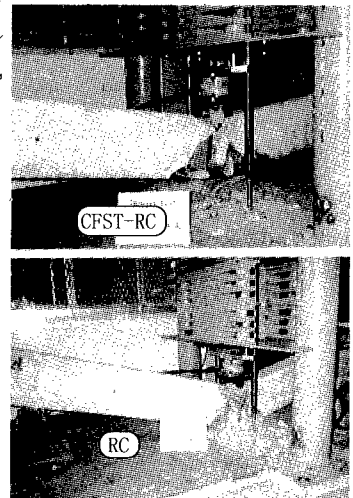


写真-2 破壊状況