

(I - 2) 高強度コンクリートを用いた合成版型曲げ部材の高速載荷実験

防衛大学校 正会員 高橋芳彦 正会員 大野友則
九州大学 正会員 太田俊昭 正会員 日野伸一
(株)石川島建材工業 富沢三郎

1. はじめに

近年、道路橋の床版などへの適用を目的とした鋼・コンクリート合成床版型の部材（以下、合成版型部材）の開発研究が益々盛んになってきている¹⁾。また、種々の研究成果を生かして実際に施工されている例も数多くある。著者らは、力学特性に優れ、架設時に支保工が不用であるなどの利点を有する立体トラス型ジベルを用いた合成版型部材（以下、TSC部材）の開発研究を継続的に実施している。本研究は、高強度コンクリートを用いたTSC部材を道路橋の床版などのほかに偶発的な衝撃荷重に対しても安全性を確保することが要求される種々の構造物へ適用することを目的とし、その基礎的段階として高速載荷実験を行なったものである。すなわち、断面形状のほぼ等しいRC部材、スタッドジベルを有する合成版型部材（以下、SSC部材）およびTSC部材の3種類の部材について静的、低速および高速載荷実験を行ない、弾塑性挙動などについて比較したものである。

2. 実験概要

実験は、図-1に示すような形状・寸法の3種類の試験体に対し、静的（ 10^{-5} m/sec程度）、低速（ 10^{-2} m/sec程度）および高速（ 10^0 m/sec程度）の3種類の載荷速度で行なった。試験体は、弾塑性挙動などを定量的に比較する目的から、曲げ耐力およびせん断耐力がほぼ等しくなるような形状・寸法とした。すなわち、合成版型部材の曲げ耐力は引張側鋼板をRC部材の引張鉄筋と等価であると仮定して求めている。また、せん断耐力は、TSC部材はトラス型ジベルおよびスターラップ、SSC部材はスタッドジベルおよびスターラップがせん断補強するものと仮定して算定している。載荷は、支間長120cmで両端単純支持の条件で中央集中載荷とした。低速および高速載荷実験は高速変形荷重装置²⁾を用いている。なお、実験時のコンクリート圧縮強度は平均928kgf/cm²であった。

3. 実験結果および考察

(1) 破壊状況 図-2に静的載荷の場合のそれぞれの試験体の載荷終了後の破壊状況を示す。図中のひびわれ線は、幅2mm程度以上のひびわれを表している。また斜線は、圧壊などによるかぶりコンクリートの欠落を表している。なお、低速載荷および高速載荷の場合についてもひびわれの範囲などにおいて静的載荷と相違があるものの破壊の形態としては静的載荷の場合に類似した傾向を示した。TSC部材およびRC部材は曲げひびわれおよび曲げひびわれから成長した曲げせん断ひびわれがほとんどである。その中でとくに、載荷点下部（中央）の曲げひびわれの幅が広く、破壊の主要因となっていることがわかる。なお、TSC部

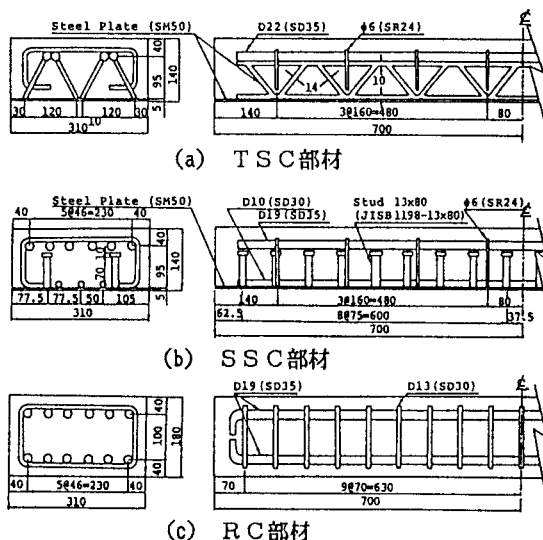


図-1 試験体の形状・寸法 (単位: mm)

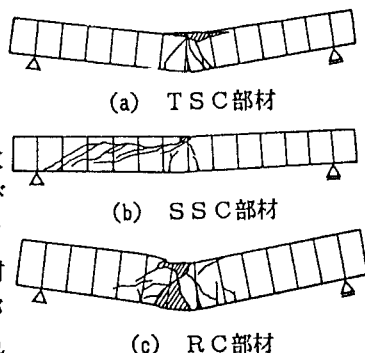


図-2 破壊状況（静的載荷）

材とRC部材の破壊状況の大きな相違は、RC部材は試験体下方もコンクリートの欠落が生じているのに対し、TSC部材は引張鋼板により拘束されるため試験体下方のコンクリートの欠落が生じていないことである。一方、SSC部材はTSC部材やRC部材と大きく異なる破壊状況を呈している。すなわち、SSC部材は引張鋼板降伏後圧縮鉄筋とスタッドジベルの隙間(5mm程度)近傍にウェブせん断的なひびわれが生じ、そのひびわれが載荷点から支点方向に延びて破壊に至っている。このことより、スタッドジベルはトラス型ジベルのようなせん断補強効果はほとんど期待できないと推察される。

(2) 弾塑性挙動 図-3にそれぞれの試験体の荷重～載荷点変位関係を示す。いずれの試験体も降伏変位に達した後、図中の○印を付した点から荷重が減少し始める。本研究ではこの点を終局限界状態と定義した。

静的載荷と低速載荷と比較すると、弾性域において静的載荷の剛性が低速載荷に比べやや大きな値を示すが、荷重～載荷点変位曲線は類似している。これに対し、高速載荷の場合の弾性剛性はさきめて大きい。また、高速載荷の場合最大荷重に達した以降、荷重～載荷点変位曲線が振動している。

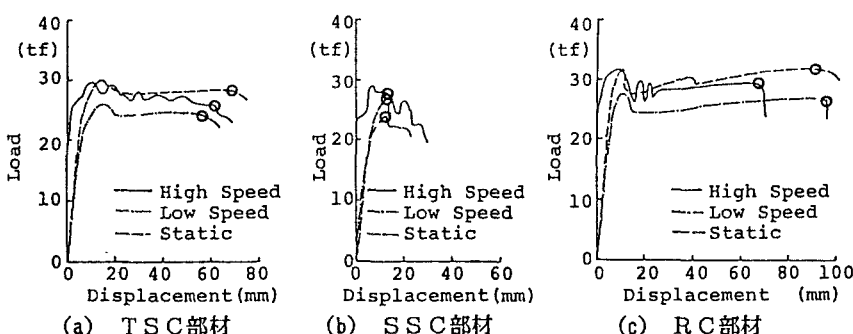


図-3 荷重～載荷点変位関係

この振動は載荷装置の特性によるものと推察される。TSC部材およびRC部材は最大荷重に達した以降において荷重を保持する延性の挙動を示す。一方、SSC部材の場合は最大荷重もしくは最大荷重に達した直後にきわめて脆性的に終局限界状態に至っている。

(3) 最大曲げモーメント 図-4に最大曲げモーメント～載荷速度関係を示す。横軸の載荷速度は、載荷点の終局限界状態に至るまでの平均変位速度を対数表示したものである。図から明らかなように、いずれの試験体も載荷速度の変化が最大曲げモーメントに及ぼす影響はほぼ等しく、試験体の種類による相違は認められない。最大曲げモーメントは、いずれの試験体も低速載荷(10^{-2} m/sec程度)の場合において静的載荷の85%程度の値を示し、高速載荷(10^0 m/sec程度)の場合は静的載荷とほぼ等しい値を示す。一般的には載荷速度の増大にともないひずみ速度効果などにより最大曲げモーメントは増大する傾向²⁾にあり、本結果については検討を要する。

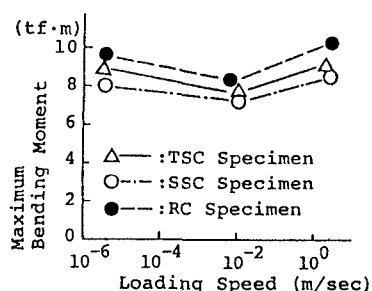


図-4 最大曲げモーメント～載荷速度関係

(4) 終局変位 図-5に終局変位～載荷速度関係を示す。図から明らかなように、TSC部材およびRC部材は載荷速度の増大にともない、終局変位量が減少する傾向が認められる。これに対し、TSC部材やRC部材と破壊形態の異なるSSC部材の終局変位量は載荷速度の影響をほとんど受けずほぼ一定である。

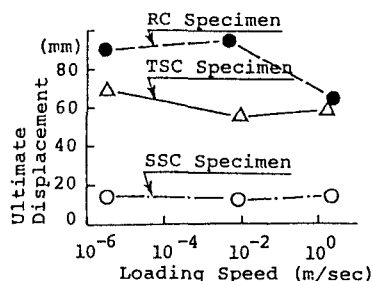


図-5 終局変位～載荷速度関係

- 1) 太田、日野、奥石、日向：立体トラス型ジベルを有する合成版構造の力学特性と設計法に関する研究、構造工学論文集Vol.34A、pp.297-305、1988.3
- 2) 高橋、辻本、山田、大野、内田：高速載荷を受けるRC部材の終局限界性能に関する実験的研究、コンクリート構造物の靱性とそ評価法に関するコロキウム論文集、pp.163-172、昭和63年3月