

I-B165 鋼・コンクリート合成構造のはり・柱接合部の高速破壊挙動について

防衛大学校 学生員 ○黒木勇人
防衛大学校 正 員 香月 智宮地鐵工所 正 員 太田 貞次
防衛大学校 フェロー 石川 信隆

1. 緒言

豊浜の落盤崩落事故などから、安全な道路交通への要求が大きくなり、落石防護構造物であるロックシェッドの設計荷重は増加する傾向にある。従来、PC構造やRC構造のものが多く建設されているが、設計荷重の増大に伴い断面が大型化し建設が困難な場合も散見されるようになってきたため、鋼・コンクリート合成構造によるロックシェッドが検討されている^{1), 2)}。また、構造全体の破壊形態に大きな影響を及ぼすと考えられる合成構造のはりと柱の接合部の高速変形時の耐力や変形性能に関する研究はほとんど行われていない。そこで本研究は、鋼・コンクリート合成構造ロックシェッドのはり・柱接合部に対する静的荷重および高速荷重実験を行い、その破壊挙動および耐力に及ぼす荷重速度の影響について検討を行ったものである。

2. 実験の概要

(1) 実験供試体

図-1 に示す(a)鋼剛接タイプ(Aタイプ)、(b)SRC剛結スタッドタイプ(Bタイプ)、(c) SRC剛結孔開きタイプ(Cタイプ)、(d)差込キータイプ(Dタイプ)の合計4種類の供試体を用いた。各供試体のはりと柱は共通であるが、接合構造が図-1 のように異なる。表-1 に供試体作成に用いた材料諸元を示す。

(2) 実験要領

図-2 に示すように、供試体の柱部を曲げ変形しないように固定支持し、はり柱中心から60cm離れた位置を点載荷し、その荷重および荷重点変位および供試体各部のひずみを計測した。

3. 実験結果と考察

(1) 破壊形態

破壊形態には大別して図-3 に示すようなはり破壊、柱破壊、接合部破壊の3種類の破壊形態が現れた。さらに

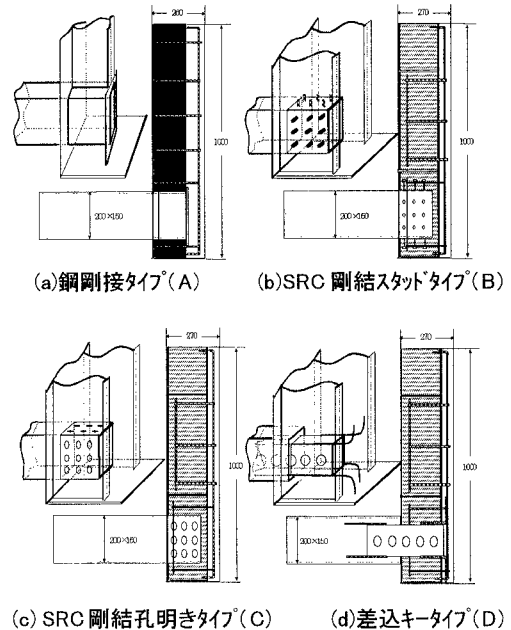


図-1 実験供試体

表-1 材料諸元

コンクリート	鉄 筋	鋼 材
最大寸法 10 mm スランブ 12 cm 28日強度 36.3 N/mm ²	主筋 SD295φ13 サ-ラップ SD295φ10	柱部(鋼管) STER400 150×200 はり部 SS400

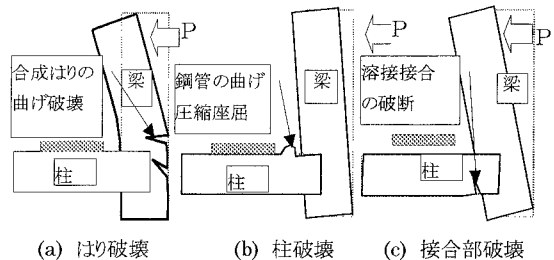


図-3 破壊形態の分類

表-2 破壊形態の分類

供 試 体 (タイプ)	静的荷重	高速荷重
鋼剛結タイプ (A, B)	はり部破壊型	はり部破壊型
SRC 剛結スタッドタイプ (B)	柱部破壊型	柱部破壊型
SRC 剛結孔開きタイプ (C)	接合部破壊型	接合部破壊型
差込キータイプ (D)	接合部破壊型	接合部破壊型

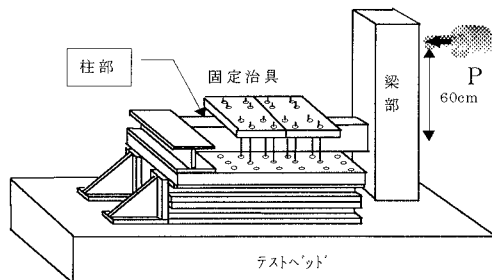


図-2 実験要領

キーワード: はり・柱接合部, 合成構造, 破壊挙動, 高速荷重

連絡先 : 〒239 神奈川県横浜賀市走水1-10-20 防衛大学校 土木工学科 TEL 0468-41-3810 (3518) FAX 0468-44-5913

各供試体ごとの破壊形態の分類は表-2 に示すようにいずれの供試体においても静的実験と同じ傾向を示した。高速載荷実験では、計測装置の制約により、最大変位を 80mm としたため、鋼剛接タイプでは静的載荷（最大 100mm 載荷）のようにかぶりコンクリートの剥離現象までは至らなかったが、はり表面のコンクリート一面に接合部を囲むように微細なひび割れが生じた。SRC 剛結スタッドタイプは、静的と同様にはりには顕著な破壊は観察されず、接合部近くの柱部で曲げ圧縮による局部的な座屈破壊を示す盛り上がりが見られた。また、はり表面のコンクリートに、柱を中心とした十字線状のひび割れが確認できた。SRC 剛結孔明きタイプと差込キタイプは、静的と同様に柱下部の引張力を受ける部分が抜け出すような挙動を示し、はり表面のコンクリートを横断する線が確認された。

(2) 荷重～変位関係

図-4 に各供試体の高速載荷実験によって得られた荷重～変位関係を静的実験と比較して示す。図-4(a)の鋼剛接タイプでは、静的同様の剛性で弾性弾性限界に達し、弾性応答終了時の耐力のピーク値は静的載荷時よりも約5%程度大きい、さほど顕著な増加は見られない。変位が 40mm を過ぎたところで静的においては徐々に抵抗力が低下するのに対して、高速では逆に再度抵抗力が増している。これは、内部のH鋼と柱鋼管の接合の破壊が高速載荷時には遅れる傾向があるためではないかと考えられる。図-4(b)、(c)のSRC剛接スタッドタイプとSRC剛接孔明きタイプでは、その荷重～変位関係が、静的とほぼ一致しており、高速な載荷（変形）を受けてもその抵抗力にはあまり影響を受けないことがわかる。しかし、図-4(d)に示す差込キ剛結タイプでは、その耐力が静的よりも著しく小さく、静的のようなねばりもないことがわかる。外見上の破壊形態からは高速と静的載荷時に顕著な違いは見られないことから、差込キと柱との接合が高速時には脆くなる傾向があるものと考えられる。図-5 に高速載荷実験による各供試体の荷重～変位関係を比較して示す。図より鋼剛接タイプ、SRC剛接スタッドタイプの荷重～変位関係は変位 60mm までほぼ等しく、続いてSRC剛結孔明きタイプもこの 2 つのタイプと若干早く耐力を失うが、ほぼ等しい耐力を有していることがわかる。参考までにロックシェッドのはり長さを 10m 程度とし、その中央点が 50cm まで変形した場合のはりと柱の接合部の回転角は概ね $\theta = 0.1$ となることから、この実験の $\theta = 0.1$ に相当する 60mm を要求回転能とすると、A、B タイプはそれぞれ要求回転能まで硬化型の耐力を維持し、C タイプでは、60mm の直前で耐力を失うが、概ね硬化型の弾塑性挙動によって要求変位まで耐力を保つことがわかる。

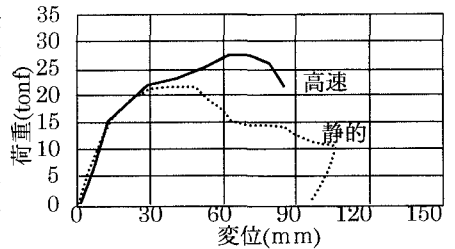
4. 結言

本研究の成果を要約すると以下のようになる。

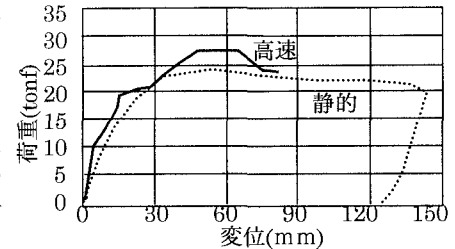
- (1) 高速載荷においてはSRC剛接タイプ(B,C)は破壊性状およびその抵抗力～変形関係は静的とほぼ等しい。また、その耐力およびじん性は鋼剛接タイプと同等である。
- (2) 差込キタイプは、静的載荷状態において他の供試体に比して耐力が50%程度に低下するが、そのじん性は回転角 $\theta = 0.1$ までは硬化型の弾塑性挙動によって維持される。しかし、高速載荷においては、そのじん性は極端に低下し、脆性的な破壊挙動を示した。

参考文献

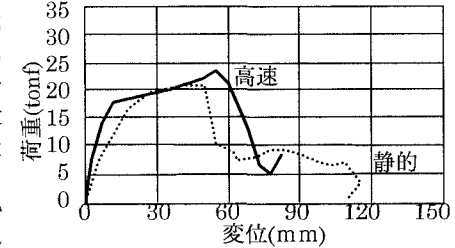
- 1) 土木学会、鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン、1989 年
- 2) 山本恭嗣、園田佳巨、太田貞次、石川信隆、太田俊昭：硬質ウレタンを充填した鋼・コンクリート合成梁部材の静的および衝撃応答特性に関する実験的考察、構造工学論文集、Vol.39A、1993 年 3 月。



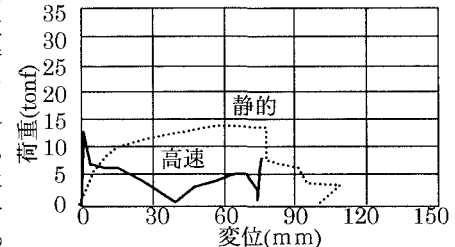
(a) 鋼剛接タイプ(Aタイプ)



(b) SRC 剛接スタッドタイプ(Bタイプ)



(c) SRC 剛接孔明きタイプ(Cタイプ)



(d) 差込キタイプ(Dタイプ)

図-4 荷重と変位の関係の比較

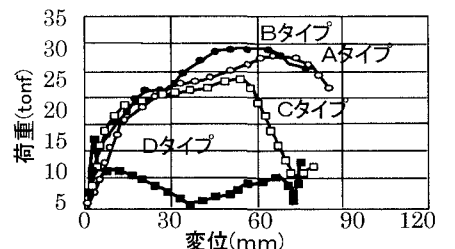


図-5 高速載荷実験の荷重～変位関係の比較