

I-A166

コンクリート充填鋼管はりの高速曲げ変形特性

防衛大学校 学生員 ○政枝憲太郎 防衛大学校 学生員 黒木勇人
宮地鐵工所 正 員 太田貞次 防衛大学校 正 員 香月 智
防衛大学校 フェロー 石川信隆

1. 緒 言

コンクリート充填鋼管をロックシェッド等の柱部として使用する場合には、柱部の曲げ耐力についても検討しておく必要がある。しかし、コンクリート充填鋼管の衝撃的荷重を受ける場合の曲げ耐力については、あまり多くの研究はなされていない²⁾。そこで本研究は、コンクリート充填鋼管はりに対する高速曲げ破壊実験を行い、その荷重～変位関係や終局変形能に及ぼす鋼管種類や載荷速度の影響について考察したものである。

2. 実験の概要

(1) 実験供試体

図-1 に示す(a)円形供試体(CR1: $\phi=60.5\text{mm}$, $t=2.3\text{mm}$), (b)円形供試体(CR2: $\phi=60.5\text{mm}$, $t=3.2\text{mm}$), (c)角形供試体(SQ1: $50\text{mm} \times 50\text{mm}$, $t=3.2\text{mm}$)の3種類の供試体を用いた。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 に示す動的物性評価装置を用い載荷部の先端にかまぼこ状の治具を設置して写真-1 に示すように、スパン 800mm の単純はりの中央点載荷試験を行い、その荷重および載荷点変位および供試体各部のひずみを計測した。なお、この際の載荷速度は、図-3 に示すように概ね 2.7m/s である。

3. 実験結果と考察

(1) 破壊形態

図-1 に高速実験終了後の各供試体の変形性状を示す。図-1(a)の薄肉($t=2.3\text{mm}$)の CR1 供試体では、載荷部の引張縁から鋼管に大きな引張破断の亀裂が生じて破壊するが、図-1(b)の肉厚が厚い($t=3.2\text{mm}$)CR2 供試体では、わずかな亀裂が生ずるが、滑らかな曲線に変形している。しかし、図-1(c)に示すように同じ肉厚($t=3.2\text{mm}$)の SQ1 供試体では、やはり載荷部引張縁からの明瞭な亀裂が生じ破壊に至っている。これより、円形供試体では、鋼管の肉厚を増すことにより変形性能が増すが、同じ肉厚であっても角形鋼管の方が、円形よりもじん性が乏しくなることが認められる。ちなみに静的載荷実験は全体的に高速載荷実験と良く似た性状となっているが、図-1(b)の高速実験では破壊した CR2 供試体が、静的載荷になると他の供試体と異なり最下部の引張縁からの破断が生じない。

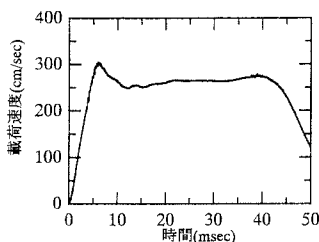


図-3 載荷速度-時間関係

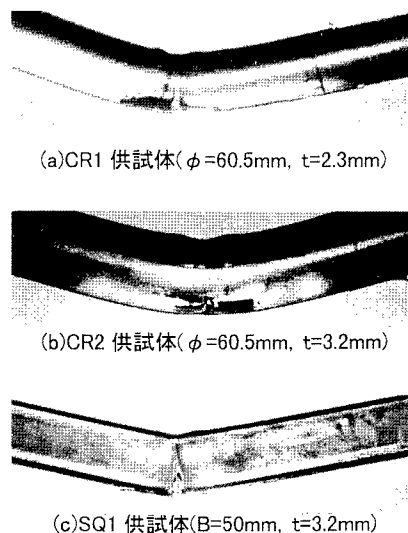


図-1 実験供試体および破壊性状

表-1 材料諸元

充填コンクリート	円形供試体	角形供試体
最大寸法 10 mm	鋼管 STER400	鋼管 STER400
スランプ 12 cm	$\phi 60.5 \times t2.3$	$50 \times 50 \times t3.2$
28 日強度 36.3 N/mm^2	$\phi 60.5 \times t3.2$	

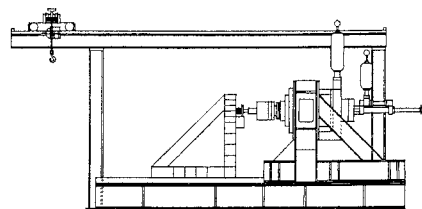


図-2 動的物性評価装置

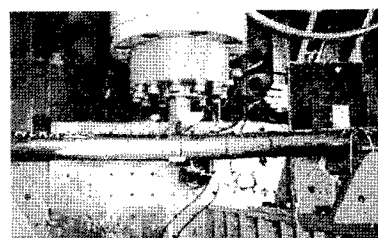


写真-1 実験要領

キーワード: コンクリート充填鋼管, 充填コンクリート, 高速載荷

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

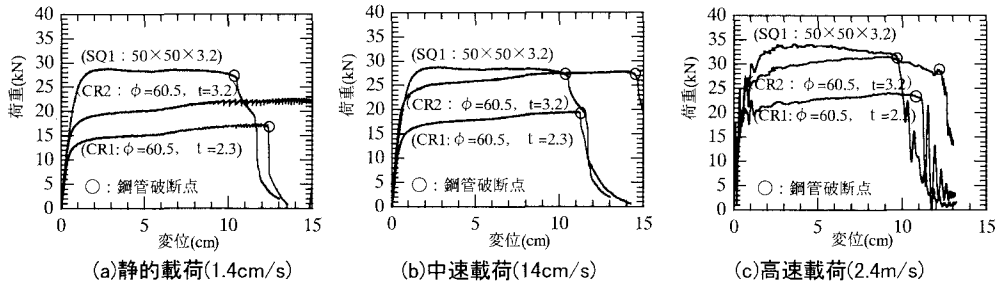


図-4 荷重～変位関係に及ぼす鋼管種類の影響

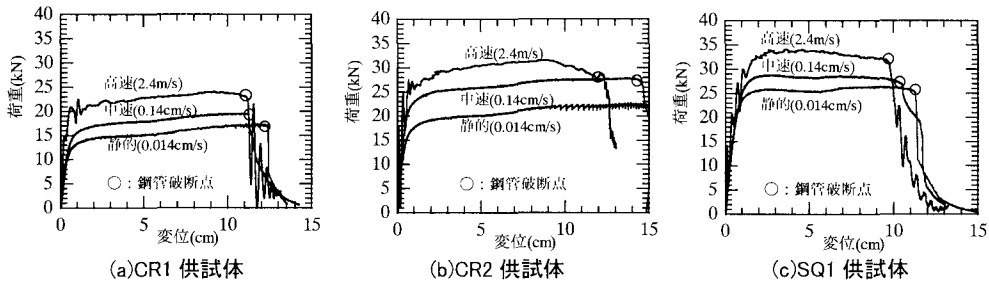


図-5 荷重～変位関係に及ぼす載荷速度の影響

2) 荷重～変位関係

図-4 に各供試体の荷重～変位関係を比較して示す。図-4(a)の静的実験では、すべての供試体で載荷速度ごとに降伏域以降での耐力が若干硬化型となる弾塑性挙動を示している。図中で○印を付した点では、鋼管の引張縁の破断により耐力が低下したことを示す。つまり、CR1 および SQ1 供試体は、鋼管の破断により終局限界変位が決定されるのに対し、SQ1 供試体と鋼材断面積がほぼ等しく、やや厚肉($D/t=18.9$)の CR2 供試体では、15cm の大変形時にも破断せず、非常に大きなじん性を有することがわかる。その耐力は、CR1 供試体、16kN、CR2 供試体 22kN、SQ1 供試体 26kN となり、SQ1 供試体が最も大きい。鋼管断面積がほぼ等しい CR2 供試体と SQ1 供試体では、その耐力は SQ1 供試体の方が載荷速度に依存せず明瞭に大きくなる。図-4(b)には、中速載荷実験の結果を示す。この場合にも CR2 供試体のじん性が最も大きい、変位 14.5cm で破断が生じ静的よりもじん性が小さくなっている。CR1 および SQ1 供試体の終局変位の方が CR2 供試体よりも小さい傾向は静的と同じであるが、変位は、中速載荷時の限界変位は静的よりも小さい。図-4(c)の高速載荷実験では、すべての供試体で鋼管の破断が生じており、中速載荷よりもそのじん性はさらに小さくなる。これらを概観すると、載荷速度が増加するとじん性が小さくなる傾向がうかがえる。

図-5 に各供試体ごとの載荷速度の影響を示す。図-5(a)の CR1 供試体($\phi 60.5\text{mm}$, $t=2.3\text{mm}$)では、その曲げ耐力が載荷速度の増加に伴って、17kN、20kN、24kN と明瞭に増加している。一方、鋼管に破断が生じる終局限界変位は、静的に比べて、中速、高速と載荷速度が速くなるにつれて小さくなる傾向が見られる。図-5(b)の CR2 供試体($\phi 60.5\text{mm}$, $t=3.2\text{mm}$)では、やはり明瞭な耐力の増加が見られる。さらに、終局変位は、静的載荷では 15cm で破断せず、中速載荷では 14.5cm、高速載荷では 12cm と載荷速度が増加するにつれて著しくじん性が低下する傾向が見られる。図-5(c)の角形鋼管($50\times 50\text{mm}$, $t=3.2\text{mm}$)の場合には、やはり載荷速度が増加するにつれて耐力は増加するが、その度合いは円形鋼管ほど大きくない。一方、じん性についても静的載荷の場合に比べて中速、高速載荷の方が小さくなる傾向がある点については円形鋼管と同様である。

4. 結 言

以上、本研究の成果を要約すると以下になる。

- (1) 径($D=60.5\text{mm}$)が同じ円形コンクリート充填鋼管において、肉厚を厚くすることによって鋼管に亀裂が生じないじん性に富む曲げ部材となることが認められた。
- (2) 高速載荷状態では、厚肉の円形コンクリート充填鋼管でも亀裂破壊が生じるようになり、すべての供試体において限界変位が小さくなりじん性が低下する。

参考文献

- 1) 社団法人 新都市ハウジング協会：CFT 構造技術指針・同解説、1997 年。
- 2) 伊藤一雄、石川信隆、川嶋幾夫、鈴木宏：モルタル充填鋼管はりの衝撃限界吸収エネルギーに関する実験的考察、構造工学論文集、Vol.37A, pp.1581～1589、1991 年 3 月。