

鋼板・コンクリート合成はりの耐衝撃性に関する実験的検討

(独) 港湾空港技術研究所 (前田建設工業 (株)) 正会員 ○松林 卓
(独) 港湾空港技術研究所 正会員 岩波 光保 (株) 神戸製鋼所 正会員 山田 岳史
(独) 港湾空港技術研究所 フェロー 横田 弘 (株) 神戸製鋼所 正会員 竹ヶ鼻 直人

1. はじめに

港湾構造物では、防波堤の衝撃砕波力、栈橋上部工の揚圧力、消波ブロック、船舶、漂流物の衝突力のような巨大な衝撃力が、繰り返し作用することで損傷に至った事例が報告されており¹⁾、耐衝撃性の向上方法の開発が求められている。一方、鋼・コンクリート合成構造は、構造物の軽量化につながる等の特長を有することから、既にケーソンなどの港湾構造物に適用されており、耐衝撃性の向上も期待できる。そこで、耐衝撃性を向上させるための方法の一つとして鋼・コンクリート合成構造の適用性を検討するために、鋼板・コンクリート合成はりの耐衝撃性を実験的に検討した。

2. 実験概要

試験体は、鋼板・コンクリート合成はり（以下、合成はりと呼ぶ）を1種類、比較のためのRCはりを2種類とした。RCはりの一方は合成はりと同じ断面寸法のもの、他方は合成はりとひび割れ断面の曲げ剛性がほぼ同等となるように断面を大きくしたものである。試験体形状および寸法を図1に示す。使用材料の物性値を表1に、各試験体の断面二次モーメント、質量、静的荷重に対する計算耐力および衝突条件を表2に示す。なお、ここで用いた断面二次モーメントは、維ひずみが断面の中立軸からの距離に比例すると仮定し、コンクリートの引張側の応力を無視した応力状態から求めたひび割れ断面の断面二次モーメントである。

実験には写真1に示す重錘落下式衝撃载荷装置を用いた。本装置は、2点支持されたはり試験体中央部に重錘を所定の高さから自由落下させ、衝撃力を与えるものである。なお、支点部には重錘の衝突による試験体の浮き上がりや脱落を防止するために跳ね上がり防止治具を設けている。また、重錘反力応答のばらつきを抑えるため、载荷点には硬度65度のゴムシート（厚さ：10mm）を敷いている。計測は、重錘反力、支点反力、試験体中央における鉛直変位（以下、中央変位と呼ぶ）について行った。図2に計測位置を示す。反力の測定は、重錘に1ヶ所、支点部に4ヶ所（片側2ヶ所）組み込まれたひずみゲージ式ロードセルにより行った。変位の測定には、非接触型レーザ式変位計を使用した。载荷は、すべての試験体について衝突速度2.0m/sで载荷を行い、試験体Aの重錘質量200kgの場合および試験体Cについては、衝突速度を2.8m/s、5.7m/sと漸増させた繰返し载荷を行った。

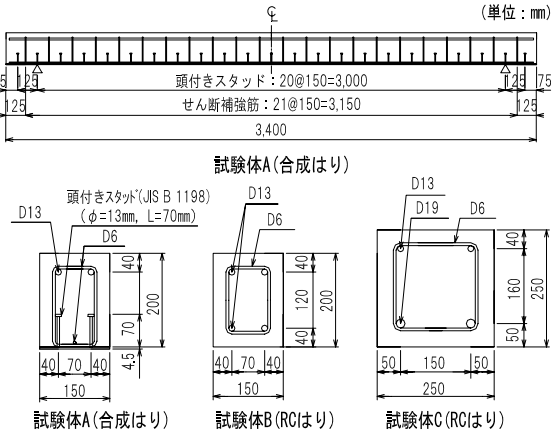


図1 試験体形状および寸法

表1 使用材料の物性値

鉄 筋	呼び名		降伏点 (N/mm ²)
	D13		378
	D19		396
	D6		349
鋼 板	板厚 (mm)		降伏点 (N/mm ²)
	4.5		284
コンクリート	試験体名	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
	A, B	30.8	24.2
	C	28.6	24.4

表2 断面諸元および計算耐力

試験体名	断面二次モーメント I (cm ⁴)	試験体質量 (kg)	曲げ耐力 (kN)	せん断耐力 (kN)	衝突条件	
					重錘質量 M (kg)	衝突速度 V (m/s)
A	9,943	263	45.5	125.9	200	2.0→2.8→5.7
					400	2.0
B	2,788	245	19.1	87.0	200	2.0
					400	2.0
C	9,716	510	54.8	147.0	200	2.0→2.8→5.7

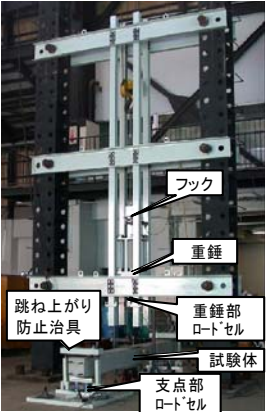


写真1 実験装置

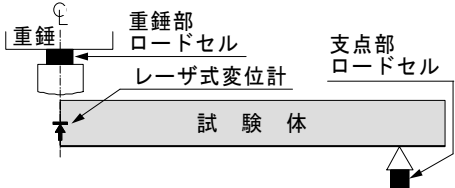


図2 計測位置

キーワード：港湾構造物、鋼・コンクリート合成構造、耐衝撃性

連絡先：〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 (独)港湾空港技術研究所 構造・材料研究チーム TEL：046-844-5059

3. 実験結果

図3に、試験体Aおよびこれと同じ断面寸法をもつRCはりである試験体Bについて、質量200kgおよび400kgの重錘をそれぞれ速度2.0m/sで衝突させた場合の中央変位の時刻歴応答を示す。これによれば、試験体Aの中央変位は試験体Bと比較して半分程度に小さくなっており、いずれの重錘質量についても傾向は同様であった。また、同試験体に対する重錘反力の時刻歴応答を図4に、支点反力の時刻歴応答を図5に示す。ここで、支点反力は、4つの支点半ロードセルで計測された荷重の合計を表している。これらによると、いずれの重錘質量においても、試験体Bと比べて試験体Aの方が重錘反力および支点反力が大きくなる傾向が見られる。これは、合成構造としたことではりの曲げ剛性が高くなり、変形や損傷を小さく抑えられたことが原因の一つであると考えられる。

静的荷重下におけるはりを考えた場合、曲げ剛性が同じであれば理論上たわみも同じとなる。そこで、合成はり(試験体A)とひび割れ断面の曲げ剛性をほぼ同等としたRCはり(試験体C)の実験結果を比較した。図6に、最大中央変位および残留中央変位と衝突速度の関係を示す。これによれば、衝突速度が大きくなるにつれて試験体Aの方が、最大中央変位、残留中央変位ともに大きくなる傾向が見られる。また、図7に試験体AおよびCの最大重錘反力および最大支点反力と衝突速度の関係を示す。これによれば、最大重錘反力は、衝突速度の増加とともに試験体Cの方が1.5倍程度大きくなる傾向が見られたが、最大支点反力については試験体Cの方が若干大きい程度であった。また、図8に試験体AおよびCの実験終了後のひび割れ発生状況を示す。試験体Aの衝突点付近はかぶりコンクリートが一部剥落しており、試験体Cと比べて損傷が大きくなっている。これらの結果より、衝撃荷重下では曲げ剛性が同等であっても変形は同等とはならないことがわかる。これは衝突点付近の損傷が、はりの曲げ剛性だけでなく試験体質量等他の要因の影響を受け、これが重錘反力や中央変位に影響を与えたものと推測される。以上より、合成はりの耐衝撃性の評価には、曲げ剛性以外の要因の影響についても検討する必要があることがわかった。

4. まとめ

合成はりおよびこれと同じ断面寸法のRCはりについて重錘落下式衝撃载荷実験を行った結果、合成はりはRCはりよりも衝撃荷重に対して変形が小さくなることを確認した。また、合成はりと曲げ剛性を同等としたRCはりの実験結果より、合成はりの耐衝撃性を的確に評価するためには、曲げ剛性だけでなく他の要因についても十分検討する必要があることがわかった。他の要因による影響の検討および耐衝撃性の定量的評価については今後の課題である。

【参考文献】1) 平山克也ら：2004年に来襲した台風による波浪災害事例，港湾空港技術研究所資料，No.1101，2005.6

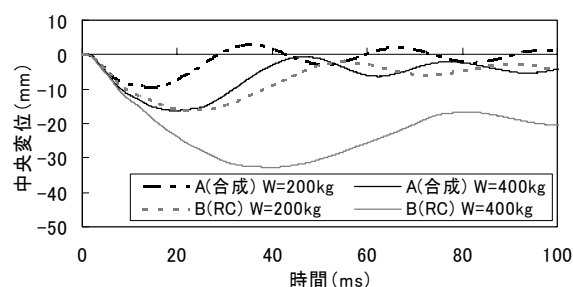


図3 試験体中央変位の時刻歴応答

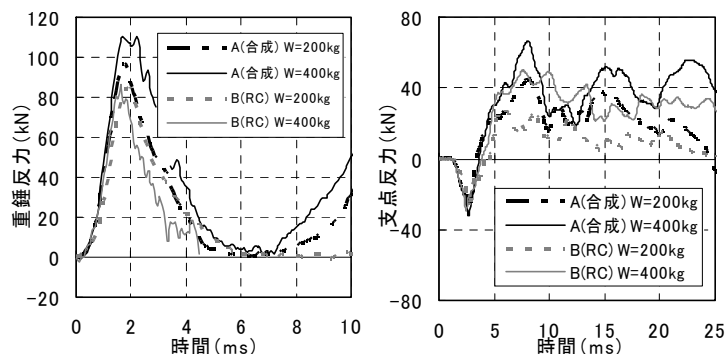


図4 重錘反力の時刻歴応答 図5 支点反力の時刻歴応答

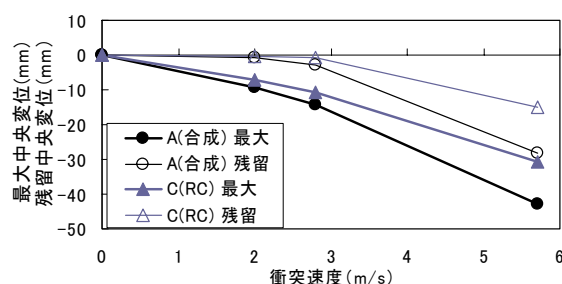


図6 最大中央変位および残留変位と衝突速度の関係

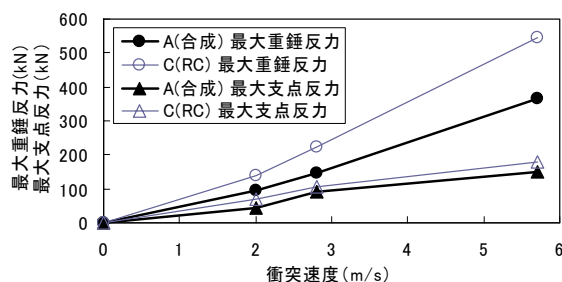


図7 重錘反力および支点反力と衝突速度の関係

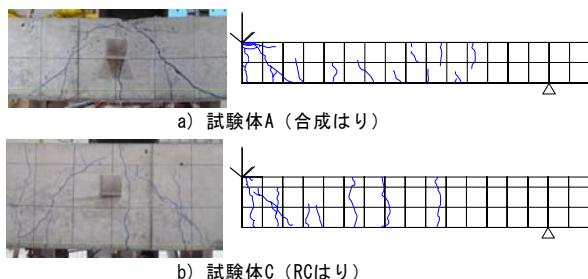


図8 ひび割れ発生状況