

PVA 短繊維を混入した RC はりの耐繰返し衝撃性の検討

前 東京理科大学 学生会員 ○森田 浩史 (独)港湾空港技術研究所 正会員 白根 勇二
(東洋建設(株)) (前田建設工業(株))
(独)港湾空港技術研究所 正会員 岩波 光保 東京理科大学 正会員 辻 正哲
(独)港湾空港技術研究所 フェロー 横田 弘

1 . はじめに

衝撃碎波力等の作用によって港湾構造物構造物が破損する事例が報告されている．例えば，防波堤ケーソン壁前面に置かれた消波ブロックが移動し，それがケーソン壁に繰返し衝突することによって，壁面に穴が開くといったものである．一方，コンクリート部材の構造性能の向上を目的に，PVA(ポリビニルアルコール)短繊維を混入したコンクリートに関する検討が行われ¹⁾，その効果が確認されている．そこで本研究では，衝撃荷重が繰返し作用する場合に，耐衝撃性の改善効果は期待できるかどうかを検討するため，PVA 短繊維を混入した RC はりの繰返し衝撃載荷試験を行った．

2 . 実験概要

実験では，所定の高さから重錘を RC はりに落下させる落重式の衝撃載荷装置を使用した．図 - 1 に，本実験に用いた RC はりの概要を示す．はりの形状寸法は，高さ 250mm×幅 250mm×長さ 3400mm で，引張鉄筋に D19(SD345)を 2 本，圧縮鉄筋に D13(SD345)を 2 本使用した．また，せん断補強筋に D6(SD345)を 150mm 間隔で配置した．なお，はりに衝撃荷重が作用した瞬間に軸方向鉄筋が抜け出さないように，端部に定着鋼板を取り付けた．載荷点は，はり中央(せん断スパンは 1500mm)で，設計曲げ耐力 58.2kN，設計せん断耐力 152.7kN の曲げ破壊型となっている．また，使用した PVA 短繊維は直径 0.66mm×長さ 30mm であり，短繊維混入率は外割の体積比で 1.5%とした．使用した PVA 短繊維の物性値を表 - 1 に，実験ケースを表 - 2 に示す．

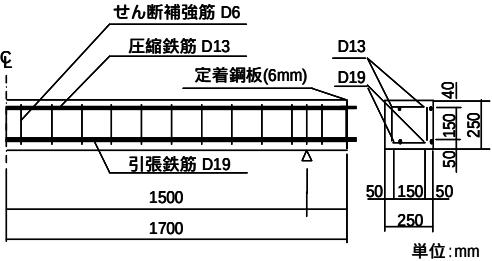


図 - 1 試験体の概要

表 - 1 PVA短繊維の物性値

直径 (mm)	標準長 (mm)	アスペクト比	比重	引張強度 (N/mm ²)	引張伸度 (%)	ヤング率 (N/mm ²)
0.66	30	45.5	1.3	861	9	23000

表 - 2 実験ケース

シリーズ	試験体名	PVA短繊維 混入率(%)	衝突速度 V(m/sec)
N	N-V2	0	2.0
	N-V3	0	3.0
	N-V4	0	4.0
F	F-V2	1.5	2.0
	F-V3	1.5	3.0
	F-V4	1.5	4.0

なお，重錘質量は 400kg とし，支点部には，跳ね上がり防止治具を設けた．また，終局状態は，はり中央の累積残留変位がスパン長の 2%(60mm)に達した時点と定義し，その状態に達するまで衝撃荷重を繰返し与えた．

3 . 実験結果

図 - 2 に，衝突速度と終局状態に達するまでに要した重錘落下回数
の関係を示す．重錘落下回数で耐繰返し衝撃性を評価すると，
衝突速度 2.0m/sec のとき，重錘落下回数は N-V2 が 121 回，
F-V2 が 400 回となり，F-V2 の耐繰返し衝撃性は，N-V2 の 3.3
倍となった．また，衝突速度 3.0m/sec のとき，重錘落下回数
は，N-V3 が 7 回，F-V3 が 10 回となり，F-V3 は N-V3 の 1.4
倍の耐繰返し衝撃性を示した．一方，衝突速度 4.0m/sec のと
き，N-V4，F-V4 共に，重錘落下回数は 3 回であった．このよ
うに衝突速度が大きくなるにつれて，耐繰返し衝撃性の差が
小さくなる傾向を示した．

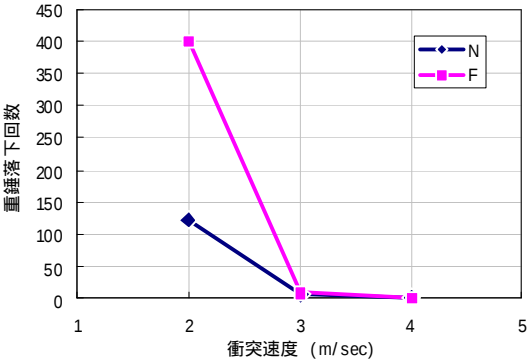
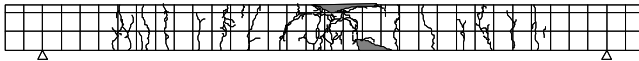


図 - 2 衝突速度と重錘落下回数の関係

図 - 3 に，実験終了後のひび割れ分布性状を示す．図 - 3
キーワード：PVA 短繊維，繰返し衝撃荷重，耐衝撃性

N-V2 重錘落下121回目終了時



F-V2 重錘落下400回目終了時



図 - 3 ひび割れ分布性状

より、F-V2はN-V2と比べて、細かいひび割れが多く発生し、圧縮縁コンクリートの剥離は少なかった。また、衝突速度3.0m/secおよび4.0m/secの場合も同様の傾向となった。

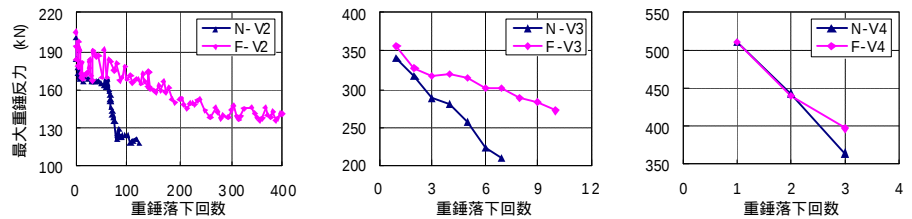


図 - 4 重錘落下回数と最大重錘反力の関係

図 - 4 に、重錘落下回数と最大重錘反力の関係、図 - 5 に、重錘落下回数と残留変位および最大変位の関係、図 - 6 に、重錘落下回数と重錘がはりに衝突後、跳ね上がったときの最高高さの関係を示す。図 - 4 より、NシリーズよりもFシリーズの方が最大重錘反力の減少量が少なかった。これは、Fシリーズは、Nシリーズと比較して曲げ剛性の低下量が小さかったためと考えられる。図 - 5 より、衝突速度を同じとした場合、Fシリーズでは、重錘落下1回で生じる残留変位の増加量が、小さくなる傾向を示した。図 - 6 より、はりが終局状態に近づくにつれて、F-V2およびF-V3の重錘が跳ね上がる高さは大きくなったが、N-V2およびN-V3では、ほぼ横ばいの傾向を示した。これは、PVA短繊維の高い伸縮性能がはり全体の復元力に寄与したためである。その結果、Fシリーズの残留変位の増加の程度が緩やかとなり、耐繰返し衝撃性が向上したと考えられる。なお、衝突速度4.0m/secのケースは、1回の重錘落下による衝撃荷重が大きく、PVA短繊維がその伸縮作用対して有効に機能する前に抜け出してしまったため、F-V4とN-V4の耐繰返し衝撃性に変化がなかったものと考えられる。

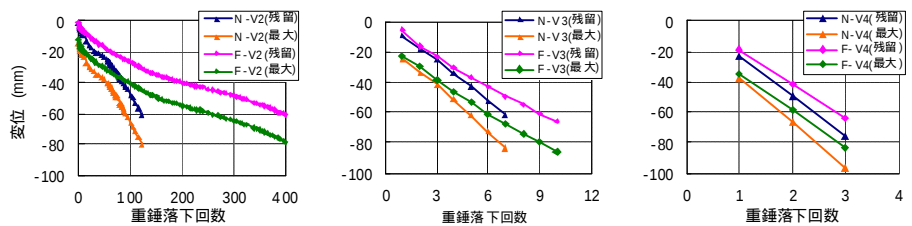


図 - 5 重錘落下回数と残留変位および最大変位の関係

図 - 6 より、はりが終局状態に近づくにつれて、F-V2およびF-V3の重錘が跳ね上がる高さは大きくなったが、N-V2およびN-V3では、ほぼ横ばいの傾向を示した。これは、PVA短繊維の高い伸縮性能がはり全体の復元力に寄与したためである。その結果、Fシリーズの残留変位の増加の程度が緩やかとなり、耐繰返し衝撃性が向上したと考えられる。なお、衝突速度4.0m/secのケースは、1回の重錘落下による衝撃荷重が大きく、PVA短繊維がその伸縮作用対して有効に機能する前に抜け出してしまったため、F-V4とN-V4の耐繰返し衝撃性に変化がなかったものと考えられる。

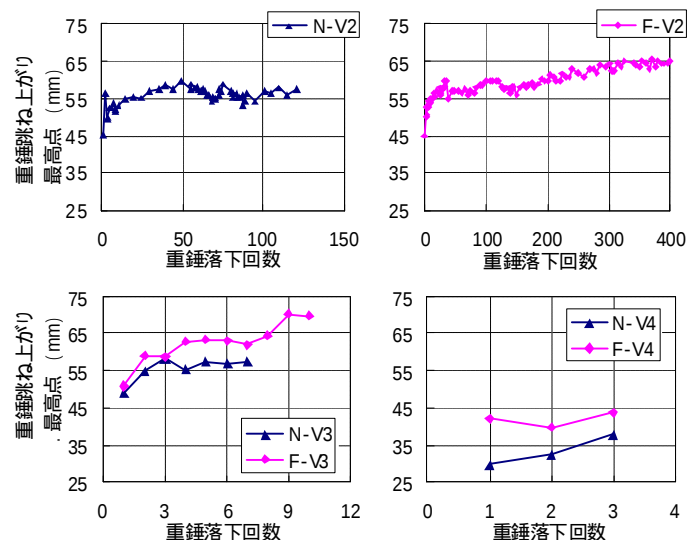


図 - 6 重錘落下回数と重錘の跳ね上がる高さの関係

4. まとめ

- 1) PVA短繊維を混入したRCはりは、無混入RCはりに比べ、衝突速度が小さいほど破壊に至るまでの重錘落下回数は多くなり、高い耐繰返し衝撃性を示した。
- 2) PVA短繊維を混入したRCはりでは、細かいひび割れが多く発生し、圧縮縁コンクリートの損傷は少なかった。
- 3) 重錘の衝突速度が小さい場合、PVA短繊維を混入したRCはりは、PVA短繊維の伸縮性能により、無混入RCはりと比べて、作用する衝撃荷重が小さくなった。その結果、重錘落下1回あたりの残留変位および最大変位の増加量が小さくなったと考えられる。これにより、最大重錘反力の減少量も小さくなり、RCはり全体の剛性の低下量が減少したと推察できる。推察できる。

【参考文献】1) 例えば、伊藤始，岩波光保，横田弘：PVA短繊維で補強したRCはりのせん断耐力評価に関する実験的研究，土木学会論文集，No.774/ -65，pp.123-138，2004.1