

I-B 136 アラミドテープを巻き付けた大型橋脚模型の横衝撃載荷実験

室蘭工業大学 正 員 岸 徳光
 北海道開発局 正 員 佐藤 昌志
 三井建設（株） 正 員 三上 浩
 北海道開発局 正 員 西 弘明

1. はじめに

平成7年1月の阪神大地震により多くの人命及び社会基盤施設が失われた。特に、高速道路などのコンクリート性橋脚の被害は甚大であった。現在復旧工事が盛んに行われている。特に、橋脚の補強に関しては、鉄板巻き立て工法、コンクリート巻き立て工法などが採用されている。本研究では、軽量・高強度かつ耐久性に優れているアラミド繊維性テープ巻き付けによる補強法を提案し、その衝撃荷重載荷時の補強効果を実験的に検討した。

2. 実験の概要

試験体は表-1に示す7体である。特に1:1試験体では、炭素繊維性テープとアラミド繊維性テープを用いた場合との比較検討も行っている。なお、本実験では表に示すように繰り返し載荷で実験を行った。

図-1に試験体の形状寸法及び配筋の例を示す。

図-2はFRPテープの巻き付け位置を示す。アラミド繊維は2層、炭素繊維は4層巻き付けとし、体積補強割合をほぼ同様とした。巻き付けは、ともに幅37.5mmのテープを中心間隔75mmで行った。試験体はいずれも橋脚高さの1/3の位置（ $h = 50\text{ cm}$ ）で段落しを行っている。

図-3に実験方法の概要を示す。橋脚模型の頭部には上部工の死荷重を模擬した重量20tfの鉛塊を設置した。衝撃荷重は重量が5tfの重錘を所定の高さにセットした後、振り子式で鉛塊の重心位置に載荷した。なお、載荷用鋼板の前面には橋脚頭部の応答変位周波数が1～2Hz程度になるように積層の板ゴムを設置した。本実験での測定項目は、橋脚の天端に取り付けた容量5Gの加速度計による加速度応答と非接触式変位計で測定した橋脚模型各点の変位応答である。

3. 実験結果

図-4には、柱に直接作用する衝撃荷重（鉛塊の最大加速度と鉛塊の質量の積として評価）と最大応答変位との関係を図示した。1:1試験体は、補強の種類によらずほぼ同様な衝撃荷重—変位関係を示している。載荷速度に対する衝撃荷重の増加割合は他の寸法比の場合に比較して小さい。1:2試験体では、 $V = 3\text{ m/sec}$ における衝撃荷重が補強の有無によらず1:1試験体よりも大きいのにに対し、最大応答変位量は小さい。特にアラミド補強の $V = 3.5\text{ m/sec}$ 載荷では $V = 3\text{ m/sec}$ の2倍程度の大きな衝撃荷重を示している。一方、2:1試験体の $V = 3\text{ m/sec}$ において、無補強の衝撃荷重はアラミド補強の2倍程度に大きくなっている。これは、2:1試

表-1 試験体一覧

試験体の名称	補強材の種類	断面形状	断面寸法 (mm)	断面2次モーメント (cm^4)	鉄筋比 (%)	載荷速度 (m/sec)
N-1:1	無補強					1,2,3
A-1:1	アラミド	1:1	400 × 400	213,333	1.90	1,2,3
C-1:1	炭素					1,2,3
N-1:2	無補強	1:2	330 × 660	197,654	1.86	1,2,3
A-1:2	アラミド					1,2,3,3.5
N-2:1	無補強	2:1	480 × 240	221,184	1.98	1,2,3,4
A-2:1	アラミド					1,2,3,4

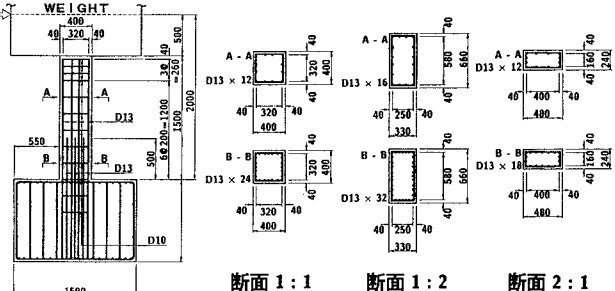


図-1 試験体の形状寸法および配筋 (mm)

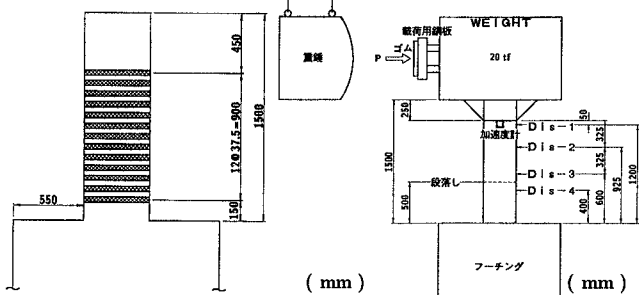


図-2 FRP テープの巻き付け位置

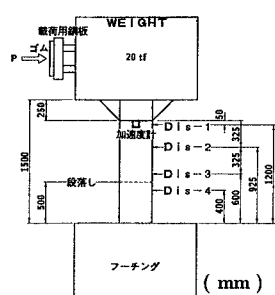


図-3 実験方法の概要

験体では無補強の試験体が段落し部分のせん断破壊を示したのに対して、アラミド補強では基部の曲げ破壊を示したことに関連するものと考えられる。すなわち、衝撃荷重が大きく増加する一方で応答変位量が増加しにくい場合は、せん断のひびわれが荷重-変位関係に顕著な影響を与えているものと考えられる。

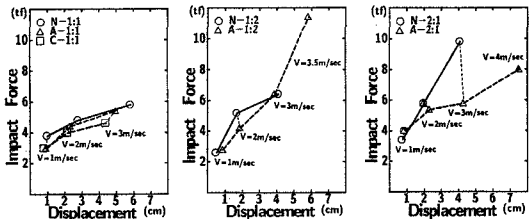


図-4 衝撃荷重と最大応答変位の関係

図-5に各試験体の各載荷速度での応答変位分布（最

上段変位計が最大値を示した時間における分布）及び $V = 3 \text{ m/sec}$ 載荷後の残留変位分布を示す。1:1試験体では、段落し部の上側の測点を除き、一般的に無補強、アラミド補強、炭素補強の順に応答変位量は小さい。一方、段落し部の上側の測点では、無補強の次に炭素補強が大きく、アラミド補強が最も小さい応答変位及び残留変位を示している。残留変位分布に着目すると、無補強及び炭素補強の試験体では段落し部分に明瞭にせん断変形が残留していることが分かる。一方、アラミド補強した試験体では段落し部で変形の曲率が大きく変化しているが、これらの主たる変形は曲げ変形である。巻き付け材料の剛性や引張耐力を考慮すると、炭素補強の場合が応答変位や残留変位を小さくすることができると予

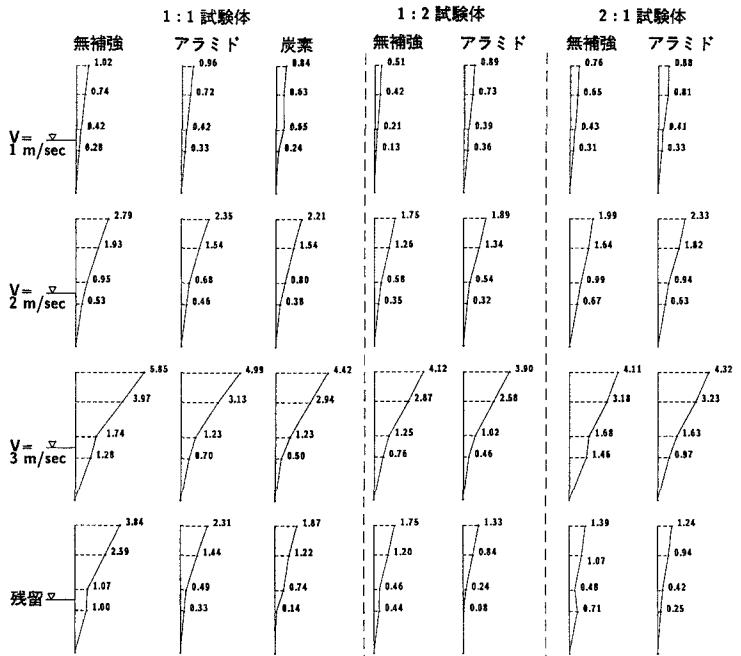


図-5 応答変位及び残留変位分布

(cm)

想される。しかしながら、段落し部分の補強の観点からは、せん断変形を抑制して曲げ変形モードに改善させているアラミド補強の方がより有効であるものと考えられる。

次に1:2試験体では、 $V = 1 \text{ m/sec}$ 載荷では、アラミド補強の方が全測点で無補強の場合よりも若干大きな応答変位を示している。 $V = 2 \text{ m/sec}$ では段落し部分周辺の変位はアラミド補強の方が小さく、それより上側では無補強の変位が小さい。 $V = 3 \text{ m/sec}$ では、全測点でアラミド補強の方が応答変位及び残留変位が小さい。残留変位分布を比較すると、無補強の試験体のせん断変形の残留が顕著であることが分かる。一方、アラミド補強では1:1試験体と同様に段落し部で曲げの曲率が変化するものの、せん断変形の残留はみられない。

2:1試験体では、 $V = 1 \sim 2 \text{ m/sec}$ 載荷までは両者の変位応答に顕著な差はないが、 $V = 3 \text{ m/sec}$ では無補強の試験体の段落し周辺でせん断変形の発生が顕著に認められる。一方、アラミド補強した場合は、段落し部分の応答変位及び残留変位を抑制し、曲げ卓越型の変形モードを示している。このように、アラミド補強は断面寸法比に関わらず段落し部のせん断変形を顕著に抑制していることが分かる。

4. まとめ

- (1) 衝撃荷重と変位の関係には断面寸法比や補強の有無が影響し、これは破壊性状と密接に関連している。
- (2) 橋脚模型の応答変位および残留変位分布から、アラミド補強の場合は炭素補強や無補強に比べて段落し部のせん断変形量が少なく、曲げ変形モードに改善する効果大きい。