

V-174

高速道路橋脚に対する繊維補強コンクリートの適用

東京大学大学院 学生員 大住道生

東京大学 正会員 西村次男

東京大学 正会員 魚本健人

1. はじめに

阪神大震災ではこれまで絶対に安全であると思われていた構造物がたくさん破壊されたが、とくに高速道路の破壊は土木関係者に強い衝撃を与えた。この地震で実証されたように、これまでに造られた高速道路の橋脚は必ずしも十分な安全性を有しているとはいえない場合があることから、繊維補強コンクリートを用いた場合の有効性について、圧縮力を受ける模型円柱を使って実験を行った。

2. 実験概要

本研究では阪神大震災で破壊された円柱単純橋脚を1/25でモデル化し、直径10cm高さ60cmの円柱供試体で実験を行った。実構造物に対して、径、高さを1/25にし、鉄筋は橋脚の中央部分と鉄筋比が等しくなるように主鉄筋を配置し、鉄筋比、鉄筋間隔が等しくなるように帯筋を配置した。また比較のために帯筋の鉄筋量を約十分の一にした供試体も作成した。配筋を図1に示す。繊維は一般的に用いられている鋼繊維の長さ及び径の約1/25となるように、長さ3mmの炭素繊維で代用した。

コンクリートについては、炭素繊維を混入するため、骨材は細骨材のみとし、増粘剤を添加し、微粒分の割合を増やした。配合を表1に示す。混練はオムニミキサーで行い、セメント、増粘剤、細骨材で30秒間空練り後、混練水に浸した炭素繊維を投入し3分間混練した。打ち込みは二段階でテーブルバイブレータを用いた。養生は20℃気中養生で8日間行った。また同時にφ10×20のシリンダーも作成した。この供試体に一軸圧縮を圧縮破壊するまでかけ、供試体中央部分20cmで変位を測定した。

3. 実験結果

シリンダーの一軸圧縮試験では炭素繊維を混入したものの方が弱く、繊維を混入しなかったものが500 kgf/cm²であったのに対して、繊維1%混入したもので399 kgf/cm²、繊維2%混入したもので299 kgf/cm²と繊維の混入によって単純な圧縮強度は

図1 配筋図
表1 配合

Vf	W/C	W	C	S	MC	S	P	CF
0%	46	521	1133	185	2	11	33	
1%	46	521	1133	185	2	0	16	
2%	46	521	1133	185	2	0	0	

表2 圧縮強度

低下することがわかった。しかし繊維無混入のものでは破壊時に爆裂するのに対し、繊維を混入したものでは破壊後も耐力があることが確認できた。この結果に基づき橋脚のモデルで一軸圧縮試験を行った。この結果得られた各供試体の圧縮強度を表2に示す。これを見ると繊維を混入した物では強度はほとんど落ちないが、繊維無混入の場合には強度が半分程度に落ちていることが分かる。ひずみと応力の圧縮強度に対する関係を見ると、図2、図3のようになった。破壊した部分はどの供試体も打ち込み面付近で鉄筋面に沿って破壊が起っていたが、繊維無混入の場合には側面から先に破壊が始まった。その後、繊維無混入の場合には帯筋部分のかぶりまで剥がれて、帯筋がずれたりはずれたりしており、帯筋がはずれたものでは主鉄筋も変形した。（写真1参照）

	圧縮強度 (kgf/cm ²)		圧縮強度比
	シリンダー	モデル	
繊維無し 帯筋比0.12%	500	326	0.652
繊維無し 帯筋比0.013%	500	245	0.489
繊維1% 帯筋比0.12%	399	407	1.02
繊維1% 帯筋比0.013%	399	396	0.993
繊維2% 帯筋比0.12%	299	326	1.091
繊維2% 帯筋比0.013%	299	322	1.076

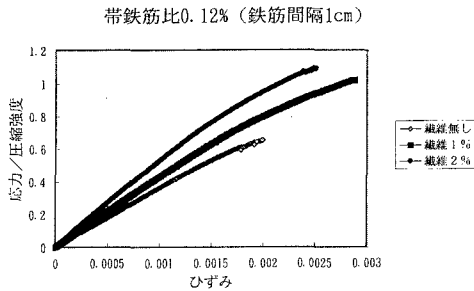


図2

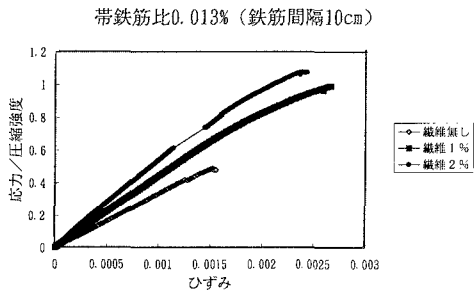


図3



写真1 繊維無混入 帯筋間隔1cm

	V f = 0 %		V f = 1 %		V f = 2 %	
$\rho s(\%)$	0.12	0.013	0.12	0.013	0.12	0.013
耐力	0.346	0.195	0.661	0.589	0.456	0.446

5. まとめ

・橋脚のモデルおよびシリンダーで圧縮力载荷実験を行った結果、炭素繊維の混入により供試体の圧縮強度は増大しないものの、かぶりコンクリートの補強効果が大きく、このモデルでは全体として強度の増加につながる事が分かった。

・繊維補強モルタルは1%以上繊維を混入すれば、少ない帯鉄筋量で効果があることが分かった。

・繊維補強モルタルの繊維は変形を抑えるのではなく、モルタルの靱性を高めていることが分かった。

なお本研究を行うにあたり、協力して下さった電気化学工業及び東京大学魚本研究室の皆様に深く感謝の意を表します。

（参考文献）鉄筋コンクリート工学 岡村 甫、前田詔一 市ヶ谷出版

4. 考察

シリンダーの一軸圧縮試験の結果については、どのモルタルも流動性はよかったので、繊維を多く入れた方が強度が低かった理由はファイバーボールの生成によって空気が巻き込まれたことが考えられる。

モデルの実験では繊維無混入の場合、かぶり部分から破壊したが、繊維を入れたモルタルでは同じ荷重がかかって破壊しなかったことから、繊維補強モルタルにはかぶり部分の強度を上げる効果があることが分かった。繊維補強コンクリートは鉄筋コンクリートの弱点部分である鉄筋かぶり部分を、補強する効果があり、両者を組み合わせた効果が発揮されることが分かった。モデルの圧縮強度は繊維を1%入れたものが最も強度が高くなったが、シリンダーから求めた圧縮強度との比では2%のものが最も大きく、かぶりを強くする効果がより大きいことが分かる（表2）。また圧縮強度の比の関係から、繊維を入れないモルタルでは帯鉄筋量を増やすことによってモデルの圧縮強度は上がるが、繊維を1%以上入れば帯鉄筋量が多くなってあまり効果はないことが分かる。また、かぶりが破壊すると帯筋は容易にはずれる危険があることも分かった。

弾性係数は繊維の有無によってあまり変化は見られないことから、繊維の効果はモルタルの変形を抑えることではなく、圧縮による変形に対して繊維がモルタルをつなぎ止める役割をして、モルタルの靱性を高めていることが分かる。

そして単純な圧縮試験では強くても構造が変わればその強度は変化し、その変化の度合いはコンクリートの性質によってかなり変化するものであることがわかった。寸法効果については検討できていないが、阪神高速道路で破壊したものの中によく似た破壊状況のものが有り、かぶりコンクリートの耐力不足が原因の一つとして考えられる。