

V-536

カーボン繊維によるRC橋脚の耐震性向上実験

首都高速道路公団 正会員 冷水 眞一郎

首都高速道路公団 正会員 桑野 忠生

首都高速道路公団 正会員 植木 博

1. まえがき

95年1月の兵庫県南部地震から1年が経過した。現在、首都高速道路公団では「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様（案）」（道路協会）に基づき、鋼板巻立て工法等を用いて既設のRC橋脚の補強を実施している。その中で直面した設計上、施工上の問題点に対応するために本実験を行う。

2. 実験の目的

現在、首都高速道路公団で行っているRC橋脚の耐震補強は、橋脚本体については鋼板巻立て、基部付近においては拘束効果を得るために円形鋼板を巻立ててコンクリート充填を行い、円形鋼板が設置不可能な場合はH形鋼を補強鋼板下端に取り付けている。補強を実施する上での設計、施工上の問題点としては以下のとおりである。①復旧仕様による基準を満足させる為には鋼板が著しく厚くなることもある。②施工余裕がなく大型重機が使えない場所において鋼板設置が難しい。③円形鋼板やH形鋼を基部に設置すると建築限界を侵してしまう。④既に段落しの補強をしている橋脚の再補強をどうするか。これらの問題点に対応するために、鋼板巻立てに変わる補強方法として炭素繊維による補強または鋼板と炭素繊維を併用した工法による補強効果を実験により確認するものである。

3. 実験ケース

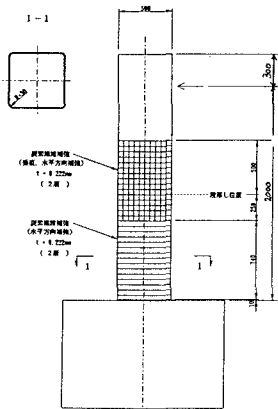


図-1(T1)

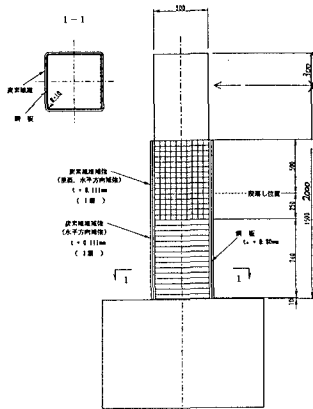


図-2(T2)

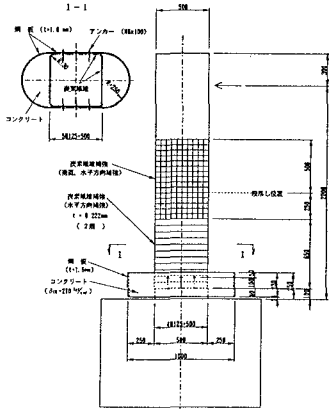


図-3(T3)

(T0) 基準供試体（段落しのある橋脚を段落して破壊しないように段落し部に鋼板を巻いている）

図1(T1) 炭素繊維2層（2.22mm）＝鋼板換算厚1.6mm、基部拘束なし

図2(T2) 鋼板(0.8)mm＋炭素繊維1層（1.11mm）＝鋼板換算厚1.6mm、基部拘束なし

図3(T3) 炭素繊維2層（2.22mm）基部に楕円鋼板（1.6mm）を巻き、その中にコンクリート充填

*本供試体では、炭素繊維の材料強度（ $=35,000\text{kgf/cm}^2$ ）の75%を設計基準強度として用いている。

*T1は段落し部での曲げ破壊を避ける為T0と同じ範囲に炭素繊維を縦方向にも配置している。

*柱基部では柱が変形した場合に補強部材がフーチングに接触しないようにT1、T2では1cm、T3では2cmすき間を設けている。供試体は1/5のスケールで作成した。

4. 載荷方法

載荷は荷重制御で行い、主鉄筋が降伏する時の橋脚の変位を降伏変位と定義する。その後は変位制御により降伏変位の整数倍で変形量を増加させながら破壊するまで3サイクル載荷するものとする。ここで破壊とは水平荷重が降伏耐力を下回った時と考えた。

表-1 耐力及び変形性能

供試体	T 1	T 2	T 3	T 0
降伏変位(mm)	9.56 (91.6)	8.81 (0.84)	10.34 (99.0)	10.44 (1.00)
降伏荷重(kf)	18.96	20.72	20.21	19.97
終局変位(mm)	66.92 (1.28)	52.86 (1.01)	72.38 (1.38)	52.20 (1.00)
終局荷重(kf)	23.24	23.84	23.58	23.67
終局荷重÷ 降伏荷重	7	6	7	5

* () 内は無補強の場合を1とした比率

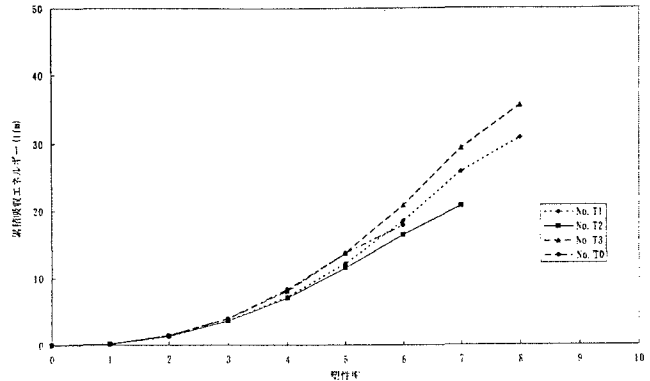


図-4 各供試体の累積吸収エネルギー

5. 実験結果と考察

1) 鋼板とカーボンが橋脚の変位に与える影響

表1を見るとT1はT2より終局変位で約30%上回っている。

またT2はT0に比べ降伏変位が約16%減少した。(終局変位は殆ど変わらない。)これは鋼板が縦方向に剛性を有しており降伏レベルで基部の変形を押さえているためと考えられる。

2) エネルギー吸収量の比較

各供試体のエネルギー吸収性能を図-4に示す。エネルギー吸収量はそれぞれのケースの荷重～変位の履歴曲線(図-5、6参照、T1 T2の結果)を積分する事により算出した。T1はT2の1.5倍のエネルギー吸収性能がある。この事から基部拘束無しの条件下に於いて、カーボン繊維のみの補強が鋼板+カーボン補強に比べ高い変形性能が得られる事が判る。また、T3は更に高いエネルギー吸収性能を発揮しており、基部拘束の効果により変形性能が向上したと思われる。

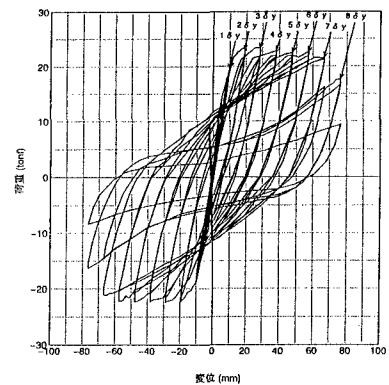


図-5 (T-1 荷重～変位曲線)

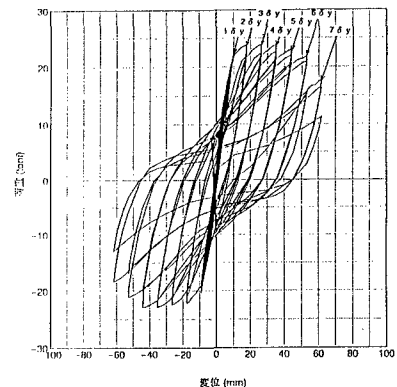


図-6 (T-2 荷重～変位曲線)

6. 結論

1) T1供試体の結果より、基部でのH形鋼や円形鋼板等の施工が出来ないという条件では、断面寸法の縦横比が1:1程度ではカーボン補強が高い耐震性能を持つことが判った。

2) 高さ方向に、基部から1.0D(Dは橋脚の幅)までの範囲の歪みが橋脚全体の挙動の大部分を占めることが確認された。さらに、鋼板をこの部分に巻く場合はH形鋼、円形鋼板等による拘束の有無が耐震性を大きく左右する事が判った。

3) T3供試体から、完全な円形でなくとも基部拘束により変形性能の向上が見られた。このため中央分離帯内にある、橋軸直角方向にH型等を巻くスペースが確保出来ない橋脚に関して有効な補強方法であると思われる。