

VI-175

繊維強化シートによる円筒状構造物の補強実験

東燃株式会社 正会員 小 松 憲 一
東燃株式会社 正会員 田 中 良 典

1. はじめに

道路・鉄道・導水路用の山岳トンネルでは、地山の偏圧、凍結圧といった外力をうけ、アーチコンクリートのひび割れ、剝落等の変状が起きる事があり、また市街地下水道管では土被り不足等により管のひび割れ、漏水等の損傷が発生している。一方、鉄筋コンクリート構造物の構造補強を目的に、炭素繊維強化シートを利用した工法が近年広く開発されてきている。本報では、トンネル、ヒューム管等コンクリート造円筒構造物の補強を目的に、構造物外周に炭素繊維強化シートを接着樹脂で貼り付けるだけで簡単に外圧強度を増加させる工法について、実験により効果を確認したので報告する。

2. 炭素繊維強化シートの諸元及び施工手順

使用した補強材は炭素繊維の高強度・高弾性という優れた性能を損なわないよう方向に繊維を配列し、加工性・取扱性・作業性といった施工性を高めるためシート状に成型されたものである。材料特性を表-1に示す。

施工は、次の順序で行う。

- ① コンクリート面の劣化層除去のための下地処理
- ② 樹脂接着強度確保のためのプライマー塗布
- ③ エポキシ樹脂等の接着樹脂塗布
- ④ 繊維強化シート貼り付け・樹脂含浸
- ⑤ (必要に応じて) 仕上げ塗装

3. 試験の概要

3.1 供試体

供試体には、JIS A 5303 (遠心力鉄筋コンクリート管) の外圧管B型・1種の呼び径900のヒューム管を70cmの長さに切断したものを2本使用した。管の仕様を表-2に示す。

3.2 試験方法

載荷試験は、JIS A 5303 の外圧試験方法に準じて図-1に示す要領で行った。荷重増加速度をほぼ一定に保ちながら、一旦ひび割れ発生まで載荷した後除荷し、再度破壊するまで載荷した。補強はヒューム管にひび割れを入れた後に強化シートを2層(厚さ約0.7mm)外巻し、無補強のものとの破壊強度の比較を行った。測定は、①載荷荷重(50t ロードセル)、②鉛直変位(50mmダイヤルゲージ)、③水平変位(100mmダイヤルゲージ)及び④管内・外面のひずみ(歪ゲージ)について行った。

表-1 繊維強化シート特性

繊維	炭素繊維
繊維目付け	175 g/m ²
シート幅	50 cm
厚さ(樹脂含)	0.04 cm
弾性率*1	25,000 kg/cm
引張強度*1	380 kg/cm
破断時伸度	1.5%

*1 シート単位幅当りの値

表-2 供試体仕様

管種	JIS A 5303 B型1種
寸法	内径 $\phi 900$
	厚さ 73 mm
配筋	周方向 $\phi 5.0 @ 65$
	縦方向 $\phi 4.5 - 8$ 本
材料	鉄筋 60kg/cm ² 以上
強度	コンクリート 500kg/cm ² 以上

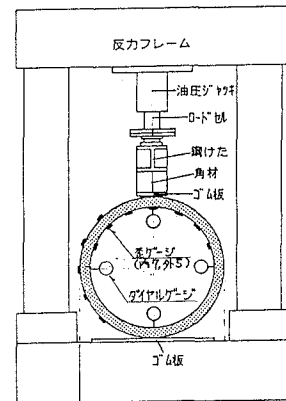


図-1 試験方法

4. 試験結果

補強前と補強後の荷重～変位カーブを図-2に示し、管長さ1mに換算した荷重を表-3に示す。初期ひび割れは、いずれの供試体も6t/m前後の荷重で載荷位置（0°、180°）の管内面に縦方向に入った。最終破壊強度は無補強で約7t/mのものが補強後は約29t/mと4倍以上に増加している。破壊は、両ケース共90°と270°の位置で発生し、無補強管では鉄筋が破断し、補強管では補強シートの破断が先行してほぼ同時に鉄筋が破断している。

図-3に補強した管の内・外面に貼り付けたゲージによる歪測定結果を示す。この中で内面のひずみは、0°方向は初期ひび割れにより切れ、90°、270°方向に向かって圧縮が大きくなっていることから、0°、180°位置でヒンジが形成されている事が判る。逆に外面のひずみは90°、270°位置で最大引張りひずみが生じており、アーチの両端から圧縮荷重が掛かった状態になっている事が判る。破壊時の変位が補強後は無補強時の2倍に達している理由として、鉄筋だけの場合には90°、270°位置で外面にひび割れ発生後この部分の鉄筋が局部的に降伏するのに対し、シート補強後は管断面剛性が大きくなるとともに管外面からのコンクリートのひび割れ進行を拘束するため、局所的な破壊が起きにくくなった為と考えられる。

5. まとめ

炭素繊維補強シートによる管状構造物の外面補強は、簡単な施工で大きな補強効果を発揮する事が明らかとなった。また、シートを樹脂で貼り付ける工法であることから、止水機能を合わせ待たせる事ができ、トンネルの場合には止水対策、排水管の場合には漏水対策としても有効であるという事ができる。

試験に際しては、清水建設株式会社研究所、東邦天然ガス株の多数の方々にご協力を頂きました。ここに、感謝致します。

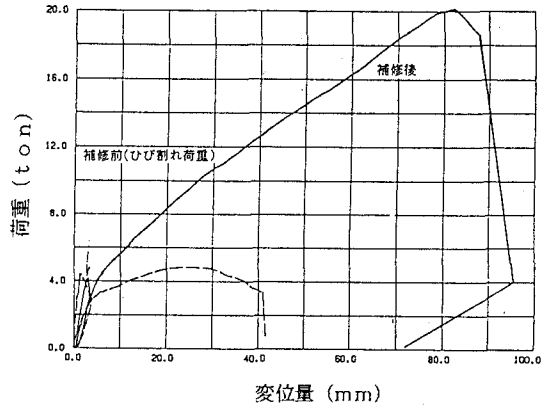


図-2 荷重～変位カーブ

表-3 HP φ900 外圧 強度試験結果

補強方法	ヒューム管 厚さ	ひび割れ 荷重	破壊 荷重	強度増加 率
	mm	kgf/m	kgf/m	(Base)
無補修	73	6,345	6,909	1.0
補強後	73	5,846	28,964	4.2

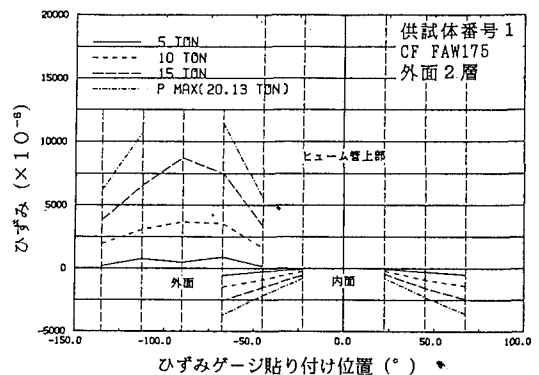


図-3 ひずみ測定結果