

NFM(鉄筋代替新素材)の適用性について

東北電力株式会社 正会員 上田 亨三郎

東北電力株式会社 ○ 鈴木 富二男

1. まえがき

岩手支店管内、葛根田第一発電所の導水路の内、1, 2号トンネルは、「滝の上温泉地帯」の高熱トンネルとなっており、地熱(約90℃)および発電用水(pH4.9~6.8の酸性水)の影響を受け、覆工コンクリートが劣化し、耐力が低下しているため、今年度改良工事を実施している。(図-2)

本導水路トンネルは、厳しい温度応力を生じるので、鉄筋補強が必要であるが、その場合でもクラックの発生を避けることは難しいと考えられる。クラックが生じると、浸透した酸性水が鉄筋をサビさせ、設備の寿命が著しく短くなる懸念がある。一方、現在、耐酸性、耐アルカリ性に優れた鉄筋に代わる新素材として繊維強化プラスチック(FRP)製コンクリート補強筋ニューファイバーメッシュ(以下NFMと略す)が開発されている。これを用いれば、浸透水によるサビは生じないので、設備の耐久性を高めることができると考えられた。そこで、今回、コンクリート打設後の温度変化に関する模型実験を実施し、無筋、鉄筋、NFMコンクリートの3種についてその比較によって、NFMの初期クラックの防止効果を判断することとした。本文は、この実験の概要について報告するものである。

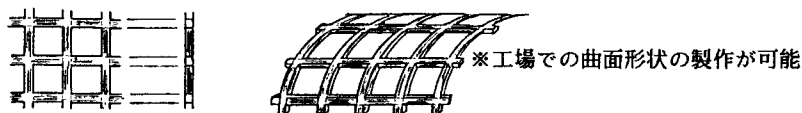
2. NFMの特性

NFMは、ガラス繊維、カーボン繊維あるいは両者の混合繊維の連続繊維を樹脂に含浸させながら、自動成型機でメッシュ状に編み一体成型したものである。(図-1)

表-1 NFMの特性 (例)

	鉄筋	NFM(ガラス繊維)	コンクリート
引張強度(kgf/cm ²)	5,700	7,210	20程度
弾性係数(kgf/cm ²)	2,100,000	280,000	140,000
繊維体積含有率(%)	—	39.4	—
重量比	1	0.1~0.25	0.3程度

図-1 NFMの形状



3. 実験

(1) 実験概要

実際の覆工コンクリートが受ける温度変化を実験により再現するため、供試体外面に熱水(約95℃)を内部に冷水(約20℃)を循環させ、温度変化によるクラック発生状況を観測した。(図-3)

また、比較用として無筋の供試体を熱水槽の外に置き、普通養生した。

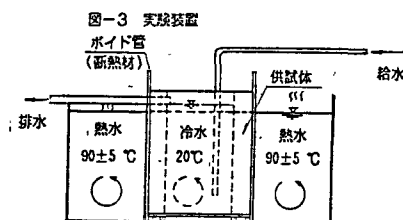
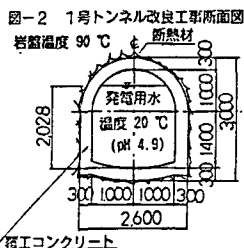
(2) 供試体

実験に用いた供試体は、覆工コンクリートと類似した形状とするため、円筒形状とした。(図-4)

なお、供試体の種類は、無筋、鉄筋、NFMの3種類とし鉄筋、NFMは内外温度差による応力に耐えうる配筋量とした。

(3) 計測

供試体内部、熱水ならびに冷水の温度を測定する温度計を供試体の内外部に配置し、さらに、供試体内部



のひずみを測定するため、ひずみゲージを埋込み、計測を行った。(図-4)

4. 実験結果

- (1) 熱水槽の外に置いた無筋供試体にはクラックが発生しなかった。
- (2) 各供試体に発生したクラックは、すべてヘアークラックであった。(図-5)
- (3) クラックの発生量は、無筋>NFM>鉄筋供試体の順であった。
- (4) 各試体に共通して、ひずみゲージ、リード線を埋め込んだ位置にクラックが発生した。

5. 考察

- (1) クラックの発生要因は、コンクリート内外面の温度差が約70℃に変化し、内面に引張応力が生じたためと考えられる。
- (2) 実験結果から、NFMによる補強は、無筋の場合に比較して細かいクラックを防止する効果は認められるが、鉄筋の効果よりは小さい、これは、NFMが鉄筋より弾性が小さいことに起因するものと考えられる。
- (3) 鉄筋による補強でも完全なクラック防止は困難であり、一旦クラックが生ずると、酸性水の侵入→鉄筋の腐蝕→鉄筋の膨張→クラックの拡大により覆工コンクリートの劣化が進む。
この点、NFMによる補強では初期のクラックは生ずるが、NFMの耐蝕性によりクラックの拡大は起こらず、覆工コンクリートの劣化を防止することができるものと考えられる。

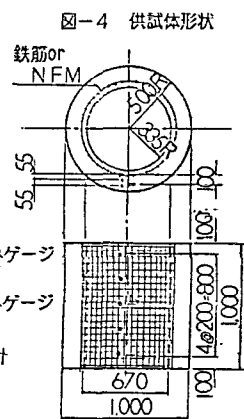
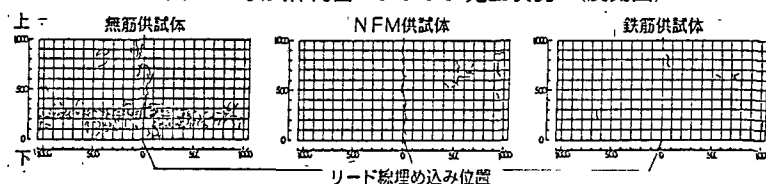


図-5 供試体内面のクラック発生状況 (展開図)



6. むすび

実験を行った結果、NFMは、ある程度クラックの発生を防止でき、鉄筋に代わる機能が期待できることが明らかとなった。さらに、クラック発生後も腐蝕しないため、耐久性は高いと考えられる。

なお、カーボン繊維を用いたNFMによれば、弾性係数は740,000kgf/cm²と大幅に改善され、更に良好な結果が得られるものと考えられる。実験結果に基づいて、葛根田第一発電所の導水路改良工事の中で1号トンネルの覆工コンクリートに試験施工区間を設け、NFMと、NFMと同サイズの鉄筋を試験的に使用した。その結果、NFMは従来の鉄筋と比較して軽量であり、現場で組み立てる必要がないため、固定時間ならびに作業人員は約半分で済み、施工性に優れていることも明らかとなった。今後は、発電所の断水時ごとに覆工コンクリートのクラック発生状況、温度変化等を観測していくこととしている。