

東京電力株式会社 正会員 ○山崎 剛

久保田 昭寿

蔵持 慈男

1. はじめに 現在、東京電力が建設中の今市地下発電所(出力105万KW)は、空洞形状を我国で初めての卵形(長さ160m、高さ51m、幅33.5m)とし、空洞の支保覆工メンバーとして、プレストレスアンカー工、ロックボルト工、吹付工を採用している。これから支保覆工メンバーのうち、吹付工はコンフリート吹付を1層8cmとし、2~4層(16~32cm)実施している。さらに、永久覆工とするため最終層にはひびわれに対する抵抗性および変形能(タフネス)を得るためSFRC吹付を実施している。表-1 設計配合表

2. 使用材料および配合 セメントは普通ポルトランドセメント、細粗骨材はトンネル掘削礫を破砕分級した碎石・砕砂、混和剤は急結剤(シグニットL)、鋼繊維は異形ファイバー(ISファイバー、シンコーファイバー)を使用しており、設計配合は表-1に示すとおりである。

3. 施工方式および実績 吹付コンフリートの施工方式は乾式(アリバ260)を用いた。吹付は油圧ショベル(0.4m³級)を改造して、その先端に取付けをズルガ伏仰、旋回、スライド、スイング運動する吹付ロボットを用いて行なっている。現在までの吹付実績は、昭和57年3月時点でアレーン吹付34,000m²、SFRC吹付10,600m²である。

4. 吹付SFRCの品質管理試験結果

4.1 強度特性(強度・タフネス) 強度特性の管理については、木製パネルに実施工を模擬した吹付を行ない、JISA1107に準拠してコア採取し、圧縮および曲げ強度試験を実施している。コアの切出しおよび載荷方向は図-1の通りである。

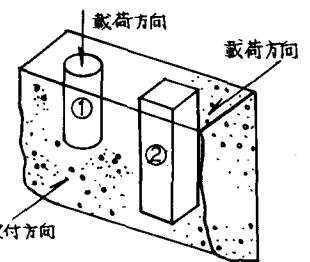
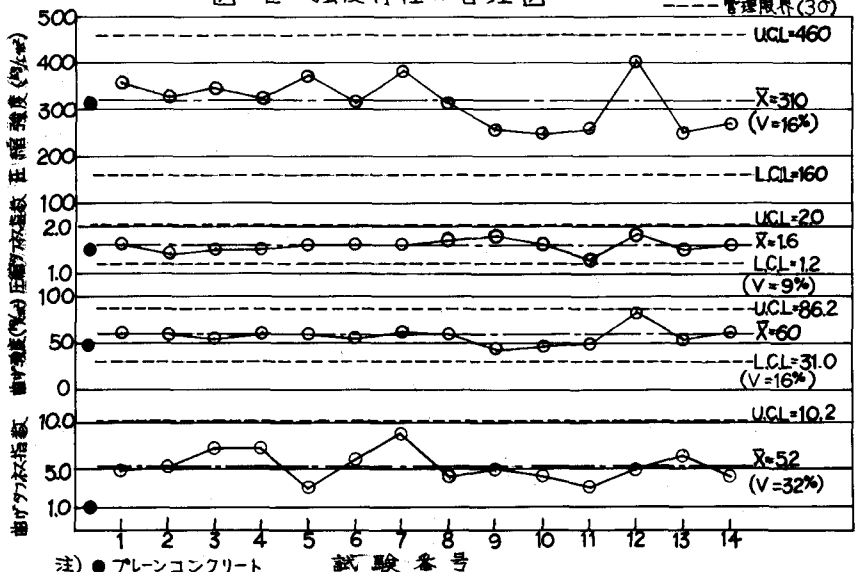


図-2 強度特性の管理図

また、強度特性の算出方法についてはSFRCの設計施工指針(日本トンネル協会編)に準拠して行なっている。試験結果は図-2に示す通りである。圧縮強度、圧縮タフネスはそれぞれ平均310kg/cm²(変動係数16%)および1.6(変動係数9%)でありいずれもアレーンに比し、顕著な差がない。一方、曲げ強度、曲げタフネスはそれ



ぞれ平均 60 kg/cm² (変動係数 16%) および 5.2 (変動係数 2%) でありプレーンに比し、強度で約 20%、タフネスでは 3~9 倍増加している。曲げに鋼繊維の効果は顕著に表われ、圧縮に表われなかったのは鋼繊維が吹付面内に 2 次元配向する^{注-1)}ためと考えられる。

4.2 鋼繊維の分散・配向および付着混入率 鋼繊維が 2 次元配向する傾向および曲げタフネスにばらつきが多い原因などについて X 線画像解析装置を用いて調査した。試験番号 1~4 の曲げ試験後の供試体折片より切出した 10×10×1 cm の試料を X 線画像装置にかけて鋼繊維の分散係数、配向係数および付着混入率を測定した。

試料の切出し位置を図-3 に、X 線像の 1 例を図-4 に示す。分散係数はコンフリート中の繊維の分散状態を定量的に表わす指数で 1 に近いほど均一に分散していることを示し、配向係数はコンフリート中の繊維の配向度を定量的に表わす指数で、ある方向の繊維による補強効果度を示すものである。

図-3 試料の切出し位置

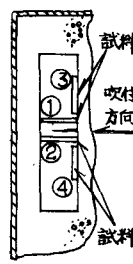
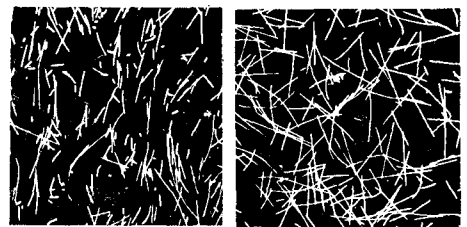
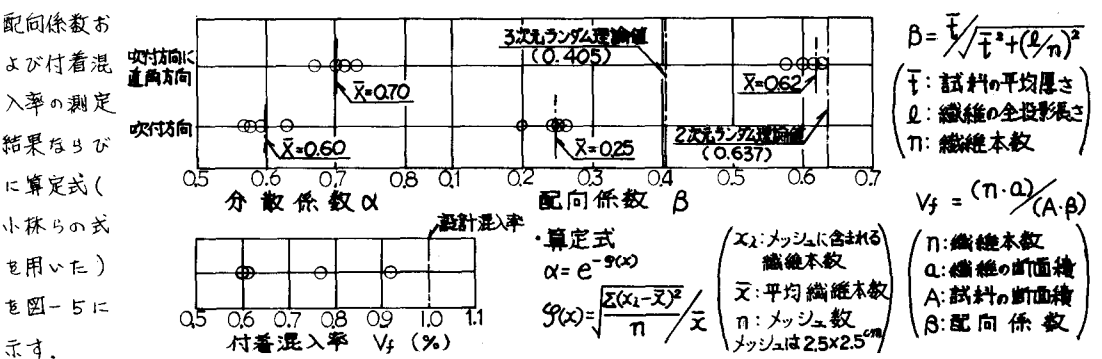


図-4 X 線像の 1 例



分散係数、配向係数、付着混入率の測定結果



分散係数は吹付方向で平均 0.60、吹付方向に直交な方向で平均 0.70 であり、吹付方向に直交方向が吹付方向より分散が良いことを示す。配向係数では吹付方向で平均 0.25 吹付方向に直交な方向で平均 0.62 であることから鋼繊維は吹付方向と直交な方向にほぼ 2 次元配向状態になっておりライニングの曲げおよびせん断に対して有利に配向していることを表わしている。付着混入率は設計混入率の 1.0% に対しリバウンドのため 0.60~0.90% となっている。

5. まとめ 鋼繊維の効果は曲げに対してより顕著に表われたことは、鋼繊維が 2 次元配向しているためとわかった。付着混入率がばらつく場合には、タフネスに変動を与えるため曲げに対する効果が低減することにも明らかになった。また設計混入率の効果を十分に発揮しかつ安定した品質のものを維持するために今後、付着混入率の管理を徹底して実施することが必要と思われる。

6. 謝辞 本調査にあたり、指導、助言いただいた東京大学生産技術研究所の小林一輔教授ならびに鹿島建設研究所および今市出張所所員の方々に謝意を表します。

注-1) 小林一輔. 鋼繊維補強コンフリートの吹付け工法への適用 セメントコンフリート No 373 1873, 3
 注-2) 中原地. 鋼繊維補強コンフリートの吹付け工法への応用 土木学会 34 回年講義 V 部 1979, 10
 注-3) 小林地. 鋼繊維補強コンフリートにおける繊維の配向および分散に関する研究 鋼繊維補強コンフリートに関するシンポジウム発表報告文集 JCI 1977, 11