

繊維補強した吹付けコンクリートの曲げ特性に関する基礎的実験

飛鳥建設（株）技術研究所 正会員 ○ 小林 薫
飛鳥建設（株）技術研究所 正会員 近久 博志
飛鳥建設（株）技術研究所 正会員 平間 昭信
飛鳥建設（株）名古屋支店 吉元 洋

1. はじめに

近年、トンネルの大断面化や地下構造物など多様化するニーズの変化に併せて、支保部材の方式も次第に変化している。これに伴い、吹付けコンクリートには品質の向上が求められるとともに、これまで要求されていた圧縮強度に加え、曲げ強度などの強度特性や耐久性が求められようとしている。

本実験は、水結合材比や繊維混入率が吹付けコンクリートの曲げ特性に及ぼす影響について把握することを目的に実機試験を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料とコンクリート配合

実験の対象としたコンクリートは、水結合材比35～60%の繊維補強吹付けコンクリート（繊維混入率1%）である。なお、水セメント比60%については、繊維混入率を0.5～1.5%に変化させ、繊維混入率の影響を検討した。配合表および

使用材料を表-1と表-2に示す。

2.2 実験方法

本実験は湿式吹付け方法を採用し、コンクリートの製造には一般のレデーミクストコンクリート工場の2軸強制練りミキサーを使用した。空気圧送方式の吹付け機を用いて、供試体切り取り用のパネル型枠に時間当たりのコンクリート吐出量5m³で手吹き施工を行った。パネル型枠に吹付けたコンクリートは、供試体の切り出しまでの2日間は20℃の恒温室内にてシート養生を行ない、その後、標準水中養生および20℃封緘養生とした。

曲げ強度試験および曲げタフネス試験は材令28日で実施し、土木学会「鋼繊維補強コンクリート設計施工指針（案）」で示されている試験方法に準拠した。なお、曲げ試験は載荷方向が吹付け方向で、供試体の軸線が吹付方向と直角方向で行った。

3. 実験結果

3.1 曲げ強度

吹付けコンクリートの圧縮強度と曲げ強度の関係を図-1に示す。一般的に圧縮強度と曲げ強度の比は、1/5～1/8程度といわれている。図に示すように、試験結果ではその比は1/8程度であり、一般的値を示しており、繊維補強による曲げ強度/圧縮強度比には向上は見られなかった。

表-1 配合表

配合名	スラブ cm	空気量 %	水結合 材比 %	砂質材 置換率 %	細骨材 率 %	繊維 混入率 %	単結合 材量 kg/m ³	単位 水量 kg/m ³	AE減水 剤 B×%	高性能 減水剤 B×%	急結剤 種別
60NN(A)	10	3.0	61.2	0.0	60.0	0.0	360	222	—	—	Type-A
60NF0.5(A)						0.5	364	220	0.25	—	
60NF1.0(A)						1.0	372	225	0.25	—	
60NF1.5(A)						1.5	380	230	0.25	—	
45NF1.0(A)	18	4.0	45.0	0.0	65.0	1.0	205	455	—	1.1	Type-B
45NF1.0(A)								512	—	1.0	
40NF1.0(B)								512	—	1.0	
40SF1.0(A)								512	—	1.4	
35SF1.0(A)	21		35.0	10.0			586		—	1.5	Type-A

表-2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 比重:3.15
細骨材	高川産川砂 比重:2.58, 粗粒率:2.87, 実積率:64.6%
粗骨材	高川産川砂利 比重:2.65, Gmax:10mm, 粗粒率:5.97
シリカフェーム	比重:2.2 比表面積:200,000cm ² /g
AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物
高性能減水剤	ポリグリコールエステル誘導体
急結剤	急結セメント系 真比重:2.6
ファイバー	ステンレスファイバー 比重:7.7

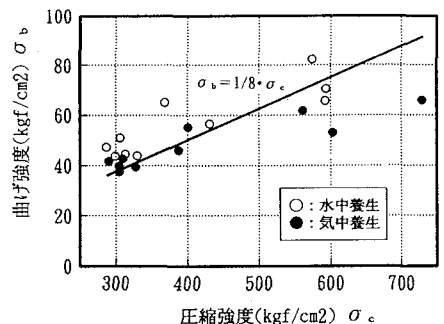


図-1 圧縮強度と曲げ強度の関係

図-2に示すように、繊維補強した吹付けコンクリートの曲げ強度は、各配合ともベースコンクリートに比べて20%程度低下する傾向であった。吹付けコンクリートの圧縮強度では、ベースコンクリートに比べ10~20%程度低下することがいわれており²⁾、曲げ強度についても同様の傾向であることが認められた。

また、図-3に示す繊維混入率と曲げ強度の関係では、繊維混入率1%以下では曲げ強度に顕著な差異はなく、繊維混入率1.5%については繊維無混入に比べ僅かに曲げ強度が大きい結果であった。

3.2 曲げ靱性

吹付けコンクリートの曲げ強度と曲げ靱性係数の関係を図-4に示す。今回の実験条件において、曲げ強度が70 kgf/cm²程度までは、曲げ強度と曲げ靱性係数はともに増加傾向を示しているが、曲げ強度が70 kgf/cm²程度以上では、曲げ靱性係数はほとんど変わらない結果になった。また、同一配合について、曲げ強度は20℃封緘養生したものに比べ、標準水中養生した方が大きくなっているが、曲げ靱性係数については養生条件による差異はほとんど認められなかった。

繊維混入率と曲げ靱性係数の関係は、図-5に示すように、今回実施した繊維混入率0.5~1.5%の範囲では、繊維混入率が大きくなるほど曲げ靱性係数は大きくなる傾向であり、ほぼ比例関係が認められている。

4. まとめ

- ① 今回の実験においては、繊維補強による吹付けコンクリートの曲げ強度への効果は小さいが、曲げ靱性は大きく改善される結果が得られた。
- ② 圧縮強度と曲げ強度の比は、一般的なコンクリートとほぼ同等の1/8程度であった。
- ③ 吹付けコンクリートの曲げ強度は、急結剤を使用しないベースコンクリートより20%程度低下する傾向であった。

【参考文献】

- 1) 土木学会編：「鋼繊維補強コンクリートの設計施工指針（案）」，1983.3
- 2) トンネル技術協会編：「吹付けコンクリートに関するフォーラム」，1991.5

【謝 辞】

本研究を実施するに当たり、電気化学工業㈱、ポゾリス物産㈱および関係各位の方々の多大な協力を得ました。ここに、記して感謝致します。

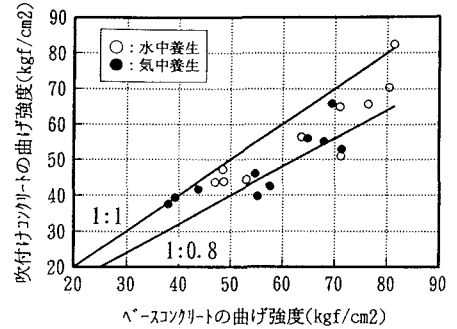


図-2 ベースと吹付けの曲げ強度の関係

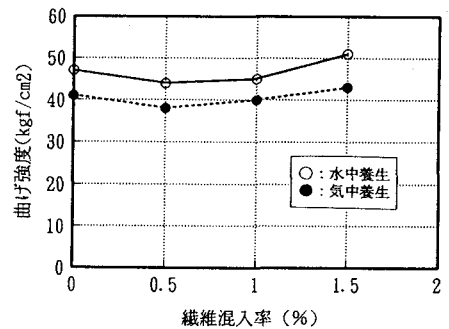


図-3 繊維混入率と曲げ強度の関係

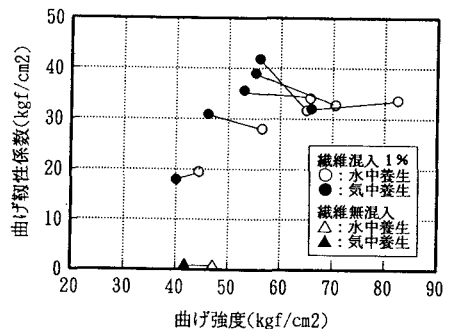


図-4 曲げ強度と曲げ靱性係数の関係

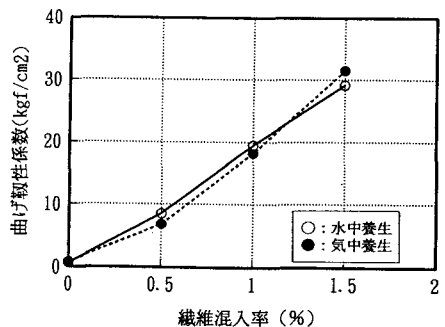


図-5 繊維混入率と曲げ靱性係数の関係