

繊維補強した吹付けコンクリートの耐久性に関する基礎的実験

飛島建設（株）技術研究所 正会員 ○ 小野 一博
 飛島建設（株）技術研究所 正会員 小林 薫
 飛島建設（株）技術研究所 正会員 平間 昭信
 飛島建設（株）技術研究所 野口 和幸

1. はじめに

近年、地下構造物のニーズの多様化と複雑化に伴い、支保形式や支保部材も次第に変化してきている。なかでも吹付けコンクリートは、施工機械や材料の改良によって高い品質が得られるようになり、地下発電所や岩盤貯油タンクなどで永久支保部材として活用されることも多くなってきている。吹付けコンクリートの永久覆工部材としての利用を目的として、本報告では繊維補強した吹付けコンクリートの乾燥収縮および凍結融解抵抗性について実験を行い、吹付けコンクリートの耐久性について検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料とコンクリート配合

検討した吹付けコンクリートの配合は、水結合材比40～60%の繊維補強吹付けコンクリート（繊維混入率1%）であり、比較のために通常配合の吹付けコンクリートについても実験を行った。コンクリートの配合表と使用材料を表-1と表-2に示す。

2.2 実験方法

本実験は、一般的な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(3m³)で製造したコンクリートをトラックアジテータで運搬し、湿式吹付け機を用いて時間当たり5m³のコンクリート吐出量でパネル型枠に手吹きにて実施した。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℃の恒温室内にシート養生し、切り出し後は各試験方法に規定されている養生を行った。

試験項目と試験方法の概要を表-3に示す。供試体は10×10×40cmの角柱供試体とし、吹付けコンクリートについては土木学会規準「吹付けコンクリートの強度試験用供試体の作り方」に準拠してパネル型枠から切出した。

急結剤を添加しないコンクリートの供試体は、JIS A 1132（コンクリートの強度試験用供試体の作り方）に準拠して作製した。

3. 実験結果

3.1 乾燥収縮

材令と乾燥収縮ひずみの関係を図-1および図-2に示す。トンネル二次覆工コンクリートと同等配合である比較配合（水セメント比50%）の材令13週における乾燥収縮ひずみが 700×10^{-6} 程度であったのに対して、40SFを除く吹付けコンクリートの乾燥収縮ひずみは $700 \sim 900 \times 10^{-6}$ であり、吹付けコンクリートの乾燥収縮については二

表-1 配合表

配合名	スラブ cm	空気量 %	水結合 材比 %	シタ72A 置換率 %	細骨材 率 %	7/10- 混入率 %	単結合 材量 kg/m ³	単位 量 kg/m ³	AE減水 剤 B×%	高性能 減水剤 B×%	急結剤 添加率 B×%						
比較配合	8	4.0	50.0	0.0	43.0	0.0	336	168	0.25	—	0.0						
60NN-B	10	3.0	61.2	0.0	60.0	0.0	360	222	—	—	0.0						
—S											7.5						
60NF-B		4.0	60.5	0.0	70.0	1.0	372	225	0.25	—	0.0						
—S											7.5						
45NF-B	18	4.0	45.0	0.0	85.0	1.0	455	205	—	1.1	0.0						
—S											4.0						
40NF-B			40.0				10.0				512		—	1.0	0.0		
—S															4.0		
40SF-B			10.0								512		—	1.4	0.0		
—S															4.0		

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	富川産川砂 比重:2.58, 粗粒率:2.87, 実積率:64.6%
粗骨材	富川産川砂利 比重:2.65, Gmax:10mm, 粗粒率:5.97
シリカフューム	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

表-3 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
凍結融解抵抗性	土木学会規準「コンクリートの凍結融解試験方法(案)」に準拠した。 材令14日まで標準水中養生を行った。
乾燥収縮	JIS A 1128「コンクリートの長さ変化試験方法」に準拠した。 材令7日まで標準水中養生とし、その後、温度20℃、湿度60%の恒温恒湿室に保存した。

次覆工コンクリートとほぼ同等か、若干大きい結果であった。このひとつの要因として、今回検討した吹付けコンクリートの単位水量が一般的なコンクリートに比べ多いことが挙げられる。40SFの材令13週での乾燥収縮ひずみは 600×10^{-6} 程度であり、今回実施した他の吹付けコンクリートに比べ 200×10^{-6} 程度小さい結果であったことから、シリカフュームを混入による乾燥収縮低減の有効性が認められた。吹付けコンクリートと急結剤を添加しないベースコンクリートの乾燥収縮ひずみは、各配合ともほぼ同程度の結果であり、今回の実験においては急結剤の影響は認められなかった。

3.2 凍結融解抵抗性

凍結融解試験結果を図-3および図-4に示す。60NNは120サイクルで、60NFは260サイクルで相対弾性係数が60%を下回ったのに対し、水結合材比が40～45%の吹付けコンクリートは300サイクルを終了した時点においても60%以上の相対弾性係数が得られており、水結合材比の低減による吹付けコンクリートの耐凍害性向上が認められた。

また、今回の実験においては、各配合とも吹付けコンクリートとすることによって相対動弾性係数の低下は小さく、凍結融解抵抗性はベースコンクリートよりも向上する傾向であった。この要因について特定できないが、硬化体の気泡分布がひとつの要因として考えられることから、同時に採取した供試体の気泡分布を測定する予定である。

4. まとめ

- ①実験した吹付けコンクリートの乾燥収縮ひずみは、一般的なコンクリートとほぼ同等か若干大きい結果であった。ただし、コンクリートを吹付けることによる乾燥収縮の増大は認められなかった。
- ②使用材料や水結合材比などの配合を検討することにより、一般のAEコンクリートと同程度の凍結融解抵抗性を得られることが確認できた。

【参考文献】

- 1)トンネル技術協会編：「鉄道トンネルにおける吹付けコンクリートによる永久覆工に関する調査報告書」，1985.3

【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。

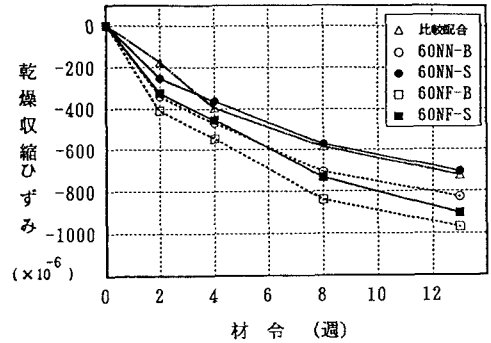


図-1 乾燥収縮試験結果

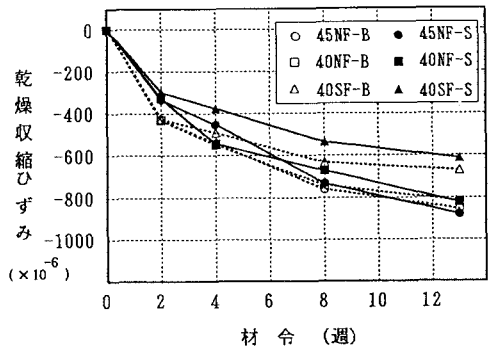


図-2 乾燥収縮試験結果

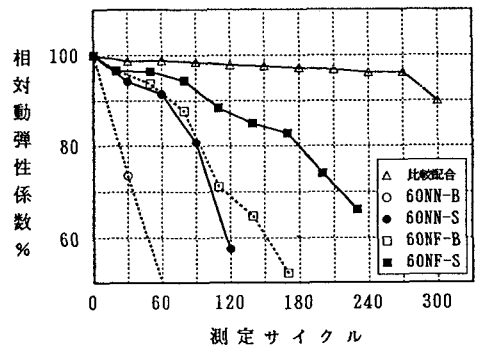


図-3 凍結融解試験結果

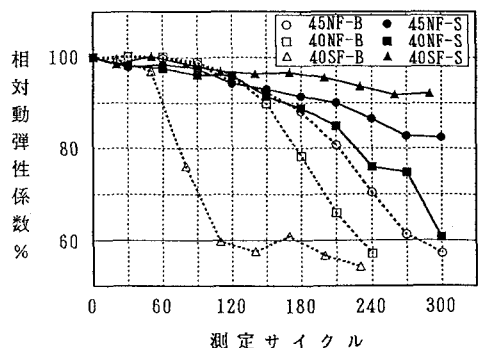


図-4 凍結融解試験結果