

玄武岩繊維による吹付けコンクリートのひび割れ抵抗性の向上

コンクリート研究室 FAINENG YENGYANG

指導教員 下村 匠

1. はじめに

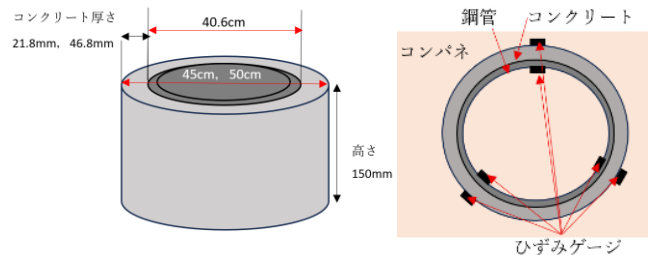
吹付けコンクリートはトンネルや斜面補強などで広く利用されているが、ひび割れが発生しやすいという問題がある。これらのひび割れは構造物の水密性や耐久性を低下させる。その対策として繊維補強によりひび割れの抑制を図る手法が注目されており、特に玄武岩繊維及び珪灰石は環境負荷が小さく、高強度や耐食性に優れることから、コンクリート補強材として有効性が期待されている。そこで本研究では、玄武岩繊維及び珪灰石を混入した吹付けコンクリートのひび割れ抵抗性の向上効果を拘束収縮試験で確認することを目的とする。



図-1 玄武岩繊維



図-2 珪灰石



2. 円筒型供試体の拘束収縮試験

2.1 実験の概要

拘束収縮試験を行った。配合が3種類（①繊維なし、②玄武岩繊維のみ、③玄武岩繊維と珪灰石）あり、W/C55%を使用した。拘束用鋼管は高さ15cm、外径40.6cmのものを使用した。図-3に示す円筒型供試体を作成した。乾燥収縮現象が違ふこととひび割れ発生状況の観察という目的のため、コンクリート幅は、供試体に貫通ひび割れが入ると推測される21.8mm(1シリーズ)と非貫通ひび割れが入ると推測される46.8mm(2シリーズ)としたものを作製した。供試体の乾燥時間一ひずみ関係をj得るために、拘束収縮用供試体では、外側コンクリートと内側鋼管のひずみをひずみゲージにより測定した。



図-3 円筒型供試体

表-1 コンクリート配合

配合	単位量 (kg/m ³)			kg/m ³	
	ポリトランドセメントC	細骨材S	水W	玄武岩繊維	珪灰石
繊維無し(N)				—	—
玄武岩繊維(B)				1	—
玄武岩繊維 + 珪灰石(BW)	417	1667	229	1	20

表-2 供試体水準

配合	コンクリート厚さ	
	1シリーズ 21.8mm	2シリーズ 46.8mm
N	N1	N2
B	B1	B2
BW	BW1	BW2

2.2 供試体作製及び実験方法

コンクリートの配合を表-1、供試体水準を表-2に示す。練り混ぜた配合3種類を図-4に示す。

コンクリートの打設時には、鉄棒で毎回10回以上締固めを行った。打設中から鋼管ひずみゲージを貼って、打設後、養生1週間後、脱型してコンクリートひずみゲージを貼る。温度20°C、湿度60%の恒温室に移動してコンクリートの上面と下面をアルミテープでシールして静置する。その後、乾燥させるまでひずみ変化を測定する。(乾燥開始)。

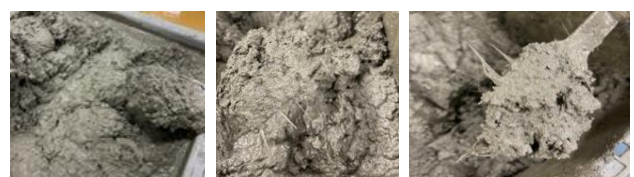


図-4 配合ごとの練り混ぜ時の様子
左から繊維無、玄武岩繊維、玄武岩繊維+珪灰石

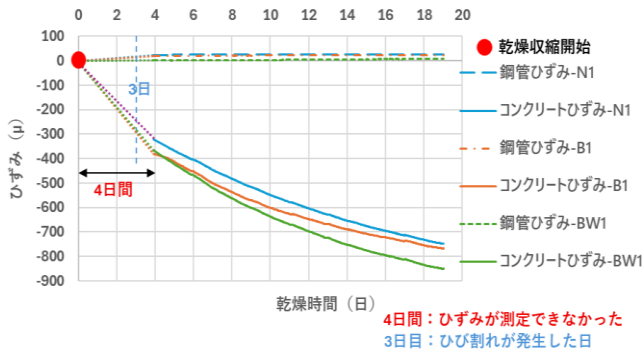


図-5 ひずみ-乾燥日数関係
1シリーズ (厚さ 21.8mm)

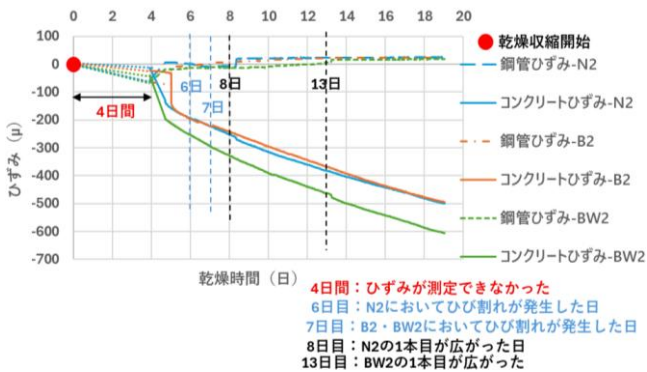


図-6 ひずみ-乾燥日数関係
2シリーズ (厚さ 46.8mm)

3. 実験結果

3.1 拘束収縮試験結果

拘束収縮試験結果を図-5、図-6に示す。いずれのシリーズにおいても、乾燥収縮開始直後から測定を行っていたが、乾燥開始後4日間のデータの欠損により、この期間のひずみ挙動を詳細に捉えることができなかった。コンクリートの初期収縮は急激に進行するため、実際にはこの欠損期間中にひび割れが発生していたと推察される。その結果、取得できたひずみデータ上ではひび割れ発生点に対応する明確な変化を確認できず、計測のみによる発生時期の特定には至らなかった。

仮にこの欠損期間中に配合ごとの発生日の差異があったとしても、それは数日程度の極めて限定的な差であると考えられる。したがって、本実験の範囲内では、繊維の混入がひび割れの発生そのものを防止したり、発生時期を大幅に遅延させたりする効果は認められないといえる。

3.2 ひび割れ発生状況

図-7を見ると、1シリーズおよび2シリーズのいずれにおいても、供試体側面に縦方向の2本貫通ひび割れが発生していることを確認した。配合

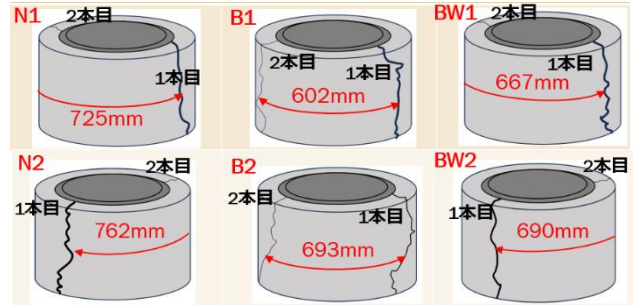


図-7 各供試体のひび割れ発生状況

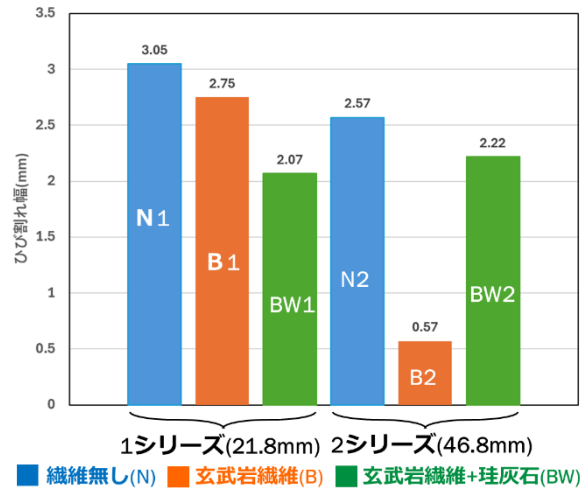


図-8 ひび割れ幅の比較

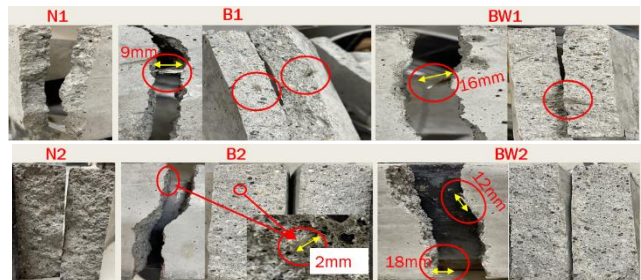


図-9 各供試体のひび割れ面の様子

の違いによる発生位置や本数に大きな差は認められなかった。また、厚さの異なる1シリーズと2シリーズを比較しても、ひび割れの発生形態や分布傾向に明確な違いは見られず、供試体寸法の違いがひび割れ発生様式に及ぼす影響は小さいと考えられる。したがって、ひび割れが分散しなかったと言える。

19日目のひび割れ幅の合計値を図-8に示す。全供試体で2本ひび割れが発生したが、各ひび割れで、上・中・下の3か所を測定し平均値を求め、2本を合計したものである。比較すると、いずれのシリーズにおいても、繊維無混入(N)に比べて、玄武岩繊維混入(B)および玄武岩繊維+珪灰石(BW)ではひび割れ幅が低減されていた。

どのようなメカニズムで、繊維がひび割れ幅を抑制したか検討するため、ひび割れ面を観察した。図-9 は各供試体のひび割れ面を拡大したものである。玄武岩繊維を混入した供試体 (B1, B2, BW1, BW2) では、ひび割れ面において繊維が露出している様子が確認された。これは、ひび割れ発生後も繊維が両側のコンクリートをつなぎ止める架橋効果を発揮していることを示している。一方で、ひび割れ面上で珪灰石粒子を直接確認することは困難であった。

以上から、繊維を混入するとひび割れ幅が低減されるのは、繊維の架橋効果によりひび割れ進展が抑制されたためと考えられる。したがって、繊維の混入はひび割れの発生そのものを防止する効果は明確ではないものの、ひび割れ幅を抑制する効果は認められた。

4. 結論

本研究では、拘束収縮試験を通じて、玄武岩繊維及び珪灰石が吹付けコンクリートのひび割れに及ぼす影響を評価し、以下の結論を得た。

- ・ひび割れ発生抑制への効果

繊維の混入によって、ひび割れ発生の有無や時期に顕著な差は認められなかった。

- ・ひび割れ幅の抑制効果

玄武岩繊維及び珪灰石を混入すると、ひび割れ幅を抑えることが確認された。これは、ひび割れ面で繊維がコンクリートを繋ぎとめる架橋効果を発揮し、この効果がひび割れの進展を抑え、幅の拡大を抑制したためと考えられる。

5. 参考文献

- 1) 戸田建設株式会社. ”低リバウンド吹付けコンクリート「Multi Effect 工法」” https://www.toda.co.jp/tech/concrete/multi_effect.html, (2026.2.8 閲覧)
- 2) ロンタイ株式会社, ”<https://kaneko-ck.co.jp/wp-content/uploads/2023/07/01a8e649a8f1e15d3ce2591329ebc945.pdf>”, (2026.2.8 閲覧)