

岩盤の風化防止を目的とした吹付けコンクリートの付着性状

北海道開発土木研究所 ○正会員 山崎 勲
 北海道開発土木研究所 正会員 吉田 行
 北海道開発土木研究所 正会員 田口 史雄
 北海道開発土木研究所 正会員 嶋田 久俊

1. はじめに

吹付けコンクリートは、岩盤斜面・法面の保護・補強などに広く用いられている。著者らは、岩盤の風化防止を目的とした吹付けコンクリートの諸特性について研究を進めており、これまでに法面保護工で一般的に使用されている吹付けコンクリートの耐凍害性について検討を行ってきた¹⁾。一方、法面防護を目的とした吹付けコンクリートに求められる性能は、その耐久性とともに、岩盤との付着も重要な問題となる。本研究では、吹付けコンクリートの付着性状を把握するため、岩盤を想定した石板にコンクリートを吹付け、材齢の進行に伴う付着の変化や、凍結融解や乾湿繰返し作用による付着の変化について検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料

本試験において、セメントは普通ポルトランドセメント（比重3.16）を、細骨材は苫小牧樽前産海砂（比重2.70、吸水率0.89%）を、粗骨材は小樽見晴産の砕石（最大寸法15mm、比重2.68、吸水率1.70）を使用した。補強繊維は鋼繊維を使用した。

2.2 コンクリートの配合

表-1にコンクリートの配合を示す。本研究では、法面保護工で一般的に使用されている配合条件を選定し、モルタルフロー値が120mm（スランプ0～2cm程度）となるように単位水量を調整して基本配合（Plain）を決定した。なお、モルタルフロー試験にはコンクリートをウェットスクリーニングした試料を使用した。繊維補強コンクリートの配合（ST）は、基本配合に単純に繊維を加えた配合とし、その容積分だけ骨材全体の容積を減らした。

表-1 コンクリートの配合

配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				繊維混入率 (vol%)
			W	C	S	G	
Plain	48.6	80	175	360	1439	352	-
ST					1417	347	1.0

2.3 コンクリートの練混ぜ及び吹付け方法

コンクリートの練混ぜは実験室内で行い、練混ぜには、200ℓ ボルテックスミキサーを使用した。コンクリートの吹付けは、空気圧送式の吹付け機を用いた湿式方式で、地面に対して60度傾斜した支保工に取り付けた木製型枠に約1mの距離を保ちながら直角に行った。吹付けには直径50mmのマテリアルホースを使用し、搬送距離は水平距離で40mとした。吹付けは実験室から離れた実験施設内で行い、吹付け時の施設内の環境は、温度4℃前後、湿度60%以上であった。

2.4 試験概要

吹付けコンクリートと岩盤の付着強度に関する試験法は基準化されていないことから、本研究では、岩盤を想定した石板にコンクリートを厚さ10cm以上吹付け、コンクリートと石板の付着面に対して直接一面せん断試験を行い、そのせん断強度により付着性状を評価した。岩盤を想定した石板には大谷石（凝灰岩）を使用した。なお、石板は60×60×10cmの寸法に成形されたもので、吹付け面の表面形状は平坦であった。また、岩種の違いがせん断強度に及ぼす影響を検討するために、Plain配合のみ札幌軟石（凝灰岩）にも吹付けて試験を行った。図-1に一面せん断試験用の供試体を、図-2に一面せん断試験装置を示す。せん断試験用の供試体は、石板にコンクリートを吹付けたものからφ10cmでコアリングし作製した。せん断試験は、養生条件による影響を排除するため、3,7,28,91日まで水中養生し各材齢にて試験を行った。また、凍結融解や乾湿繰返し作用が付着性状に及ぼす影響を検討するため、一面凍結融解試験及び一面乾湿繰返し試験を行っ

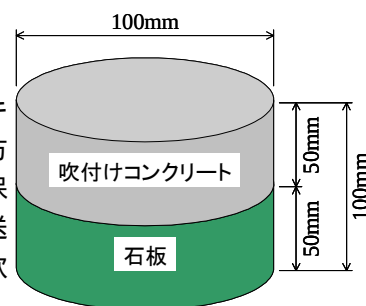


図-1 供試体概略図

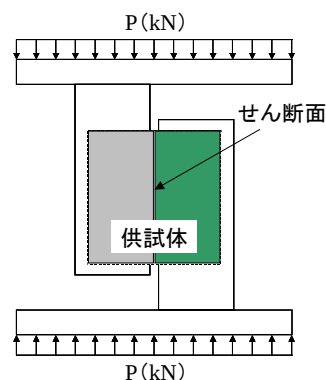


図-2 一面せん断試験装置

キーワード：吹付けコンクリート、付着性状、凍結融解、乾湿繰返し、せん断強度

連絡先：〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 TEL 011-841-1719 FAX 011-837-8165

た。一面凍結融解試験や一面乾湿繰返し試験に用いる供試体は、石板にコンクリートを吹付けたものをコンクリートカッターにより $27 \times 20 \text{ cm}$ に成形し、それぞれ材齢28日まで水中養生した。凍結融解試験はASTM C672に準拠して行い、上面コンクリート以外からの熱影響を抑えるため、他の面を断熱材で包み、上面に土手を付け水道水を5mm程度張り、16時間-17℃凍結、8時間23℃融解を1サイクルとして、50,100サイクルにてせん断試験を行った。乾湿繰返し試験は、上面コンクリート以外からの吸水及び乾燥を抑えるため、他の面をコーティングし、4日間40℃炉乾燥、3日間水浸（20℃水）を1サイクルとして、10,20サイクルにてせん断試験を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 付着力の経時変化

図-3にせん断強度の経時変化を示す。試験材齢7日以内の比較的若材齢期においてPlainとSTを比較すると、全体としてSTの方がPlainよりもせん断強度が大きくなる傾向が見られた。また、岩の種類が吹付けコンクリートの付着に及ぼす影響については、全体として大谷石に吹付けたものの方が、札幌軟石の場合よりもせん断強度が大きくなる傾向が見られた。しかしながら、両者に明確な差は見られず、材齢の進行による強度増進も7日以降は見られなかった。その後の付着面のせん断強度は、それぞれの岩自体のせん断強度と同程度で推移していた。せん断試験後の破断面の状況を見ると、吹付けコンクリート側に岩が付着する状態で破断しており、付着する岩の量は材齢の進行とともに多くなっていた。なお、1供試体でしか試験していないため参考値であるが、材齢91日におけるPlainのコンクリート自体のせん断強度は、 5.29 N/mm^2 であった。

3.2 耐久性試験後の付着力

図-4に耐久性試験後のせん断強度を示す。凍結融解試験後のせん断強度は、試験開始時と比べ大きな変化は見られず、乾湿繰返し試験後のせん断強度も、強度が増加したように見えるが、サイクル数が少ないため明確な差とは言い難い。

以上のことから、吹付けコンクリートと岩の付着は、若材齢期においては、付着強度の発現が小さいため主にコンクリートと岩との境界面及び岩の弱い部分で破断が起こり、吹付けるコンクリートの配合や岩の種類による影響を受けるものと考えられる。しかしながら、材齢の進行とともに、言い換えればコンクリートの強度の増大とともに付着強度は増加し²⁾、付着強度が岩自体のせん断強度を上回ることにより岩の部分で破断が起こるため、その後の付着面のせん断強度は、岩自体のせん断強度と同程度で推移するものと考えられる。また、凍結融解や乾湿繰返しによる劣化は、コンクリート自体の耐久性及び、コンクリートの厚み（10cm）によって、本試験の範囲内では、付着面のせん断力に影響を及ぼさないという結果になった。

4. まとめ

本試験においては、吹付けコンクリートと岩の付着面におけるせん断強度は、岩自体のせん断強度よりも大きいと考えられ、コンクリートの岩盤からのずれ落ちに対する基本的な要求性能は、満足しているものと考えられる。また、コンクリートを厚さ10cm以上吹付けた場合、凍結融解や乾湿繰返し作用による影響は、ほとんど見られなかった。しかしながら、材齢の進行とともに付着強度がどの程度増加するのか、コンクリートや岩の種類がどの程度付着強度に影響を及ぼすのか、劣化作用に対しコンクリートの厚さがどの程度影響するのか、今回行った耐久性試験が実構造物においてどの程度の劣化を再現しているのかは、本研究の範囲では明らかになっておらず、これらは今後の検討課題ある。

〔謝 辞〕

本研究を実施するにあたり、ライト工業株式会社をはじめ、電気化学工業株式会社、および関係各位の方々の多大な協力を得ました。末尾ながら、記して感謝の意を表します。

〔参考文献〕

- 1) 吉田 行、山崎 勲、熊谷守晃：岩盤の風化防止を目的とした吹付けコンクリートの凍結融解抵抗性、土木学会第55回年次学術講演会、-228、2000
- 2) 熊谷幸樹、小野鉦一、平間昭信、岩城圭介、筒井隆規：吹付けコンクリートと岩盤とのせん断強度特性に関する基礎的実験、土木学会第54回年次学術講演会、pp980-981、1999

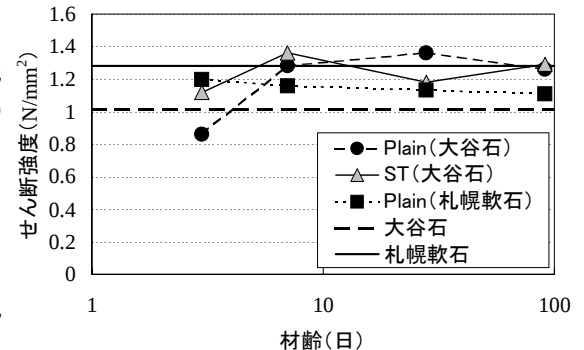


図-3 せん断強度の経時変化

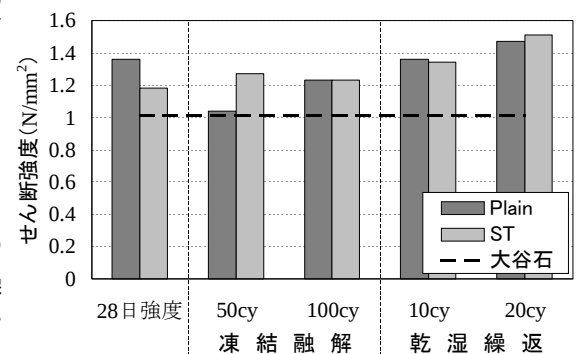


図-4 耐久性試験後のせん断強度