

吹付けコンクリートの安定性と劣化状況（その1）

中日本高速道路(株) 中央研究所 浜崎 智洋

中日本高速道路(株) 中央研究所 正会員 天野 淨行

川崎地質(株) 本社事業本部 正会員 ○田上 雅彦

切土のり面保護工としての吹付けコンクリートの劣化・健全度を考える上では、背面地山の風化・劣化特性の検討が重要である。吹付けコンクリートにみられる変状として、のり尻方向へのコンクリートのスライド現象（滑動・せり出し）があるが、これは施工後も背面地山が風化し続けた結果、コンクリートと地山の界面における付着力が低下・かい離することが要因と考えられる。本研究では高速道路のり面において調査した吹付けコンクリート劣化状況や、地山の風化状況をもとに、経時的なり面劣化進行のメカニズムを提示すると同時に、今後の維持管理方法への指針を検討した。

1. 研究手法

高速道路吹付けコンクリートのり面（合計 63 のり面）を調査対象とした。図-1 にのり面安定度の評価手法と流れを示す。①現地踏査は全のり面について実施し、管理事務所でのヒアリングや施工・調査記録、定期点検記録等よりこれまでの変状記録を追跡し、その進展性や新規性を確認した。また、地表踏査により周辺の地形・地質を整理して、空中写真もふまえたのり面の大局的な安定性を検討した。②コンクリート調査はコンクリート自体の健全度を検討することを目的とした。現地でコア試料を採取して圧縮強度試験・中性化試験を実施した。③地山調査はのり面安定性を検討するため、ボーリング・速度検層及び岩石試験を行い、地山の緩みや風化度を把握するための指標となりうる物理的、力学的定数を検討した。

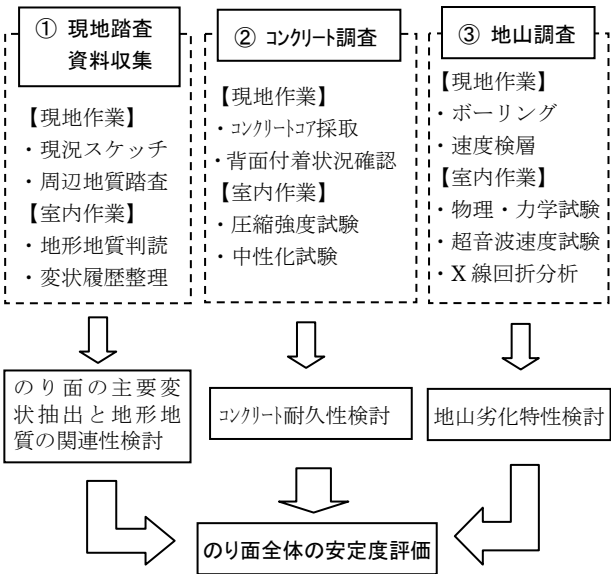


図-1 調査内容

2. 吹付けコンクリートの凍害劣化

吹付コンクリートに現れる最も顕著な劣化現象は、凍害によるスケーリングである。この凍害劣化は、気象条件から凍害危険度が指摘された寒冷地域において主に確認される。スケーリングによるはく離の深度（スケーリング深度）を現地や、採取コアから目視で確認してまとめたのが表-1 である。供用年数からスケーリングの発達速度（mm/年）と考慮した場合、凍害危険度の大きい地域、南向き・西向きなのり面において発達速度が大きい傾向が認められる。しかし、凍害危険度の高い地域でも劣化が確認されないのり面や、逆に凍害危険度が無い・低い地域で表層スケーリングが確認される場合もあり、これらは凍害劣化が吹付コンクリー

表-1 吹付けコンクリートの凍害劣化状況

| のり面  | 凍害危険度 | 向き | 供用年数 | 吹付け厚 (mm) | スケーリング深度 (mm) | 発達速度 (mm/年) |
|------|-------|----|------|-----------|---------------|-------------|
| 岩手-1 | 3     | 西  | 28   | 170-300   | 45            | 1.6         |
| 岩手-2 |       | 東  | 28   | 170-300   | 25            | 0.9         |
| 青森-1 | 2     | 南  | 18   | 100-150   | 35            | 1.9         |
| 福島-1 |       | 北西 | 32   | 110       | 10            | 0.3         |
| 福島-2 |       | 南東 | 32   | 210       | 20            | 0.6         |
| 福島-3 |       | 西  | 32   | 210       | 30            | 0.9         |
| 山梨-5 |       | 南西 | 28   | 120       | 20            | 0.7         |
| 山梨-6 |       | 北  | 28   | 120-220   | 35            | 1.3         |
| 栃木-1 | 1     | 南東 | 31   | 120       | 5             | 0.2         |
| 山梨-1 |       | 南  | 30   | 130       | 15            | 0.5         |
| 山梨-2 |       | 南  | 30   | 130       | 28            | 0.9         |
| 山梨-3 |       | 南  | 30   | 130       | 5             | 0.2         |
| 山梨-4 |       | 北  | 30   | 120       | 4             | 0.1         |
| 福井-1 | (1)   | 西  | 30   | 170       | 0             | —           |
| 岡山-1 |       | 北  | 29   | 110-150   | 5             | 0.2         |

凍害危険度の (1) は、長谷川1975の危険度分布図でコンクリートの品質が悪い場合凍害が発生する地域

キーワード 切土のり面，吹付けコンクリート，スライド，凍害，中性化

連絡先 〒108-8337 東京都港区三田 2-11-15 川崎地質(株) 本社事業本部 TEL 03-5445-2080

トの品質にも影響されるためと考えられる。ただし、現状ではスケーリングは吹付けコンクリートの表層数mm～45mm程度の深さまでしか及んでおらず、外気や雨水から地山を被覆する機能は失われていない。したがって、凍害によるスケーリングが生じた程度の段階であれば、吹付コンクリート自体の補修や落片の飛散防止で対応できるものと考えられる。今後はのり面の気象条件（凍害危険度）や、のり面の向きによる発達速度を考慮した維持計画が有効である。

### 3. 吹付コンクリートの背面中性化

背面中性化とは、吹付けコンクリートの背面側（地山との界面側）に中性化が生じている事象である。吹付けコンクリートコア試料の観察結果より、中性化は表面側だけでなく、背面側にも生じているケースがあることが分かった。通常、中性化は大気中の二酸化炭素の侵入によってpHが低下する現象であり、吹付けの背面側が地山と密着した状態であれば空気は侵入しないために中性化は生じない。よって背面中性化は吹付けコンクリートと背面地山の付着が失われ、結果として界面に空気が侵入することにより生じたものと判断できる。

表-2は吹付コンクリートと地山の界面状況の特徴別に類型分けして、吹付コンクリートの背面と表面の中性化深さ比を示したものである。類型aは地山が密着、類型bは地山が泥濘化することにより、それぞれ空気が連行されず背面中性化は生じない。一方で、断片状に地山風化した類型cや、実際に空隙がある類型d、施工不良と考えられる類型eでは、界面に空気が侵入していると考えられ、背面の中性化が顕在化する。図-2は類型c, d, eに判定された合計137試料について、背面/表面の中性化深さの比率をヒストグラムとして表したものである。図より、比率が1以上になる試料が4割近くあり、背面側の中性化深さは表面側の中性化深さよりも大きい傾向がわかる。比率が2を超える試料もある。したがって、背面側は表面側よりも中性化が早く進むものと考えられる。同じ試料でありながら、中性化速度に差が出る原因としては、表面側と裏面側の環境条件の違いが考えられる。表面側が雨水などに暴露されることで断続的に空気の連行が遮断されるのに対して、背面側は地山側からの地下水の湧水などが無い限り、一度空気が連行されると安定して空気に接した環境にあるために、より中性化が進むものと考えられる。

この現象の開始が吹付けコンクリートと地山の付着不良の始まりと考えた場合、スライド現象発生のタイミング推定に有効な検討材料となりうると予想される。

### 4. まとめ

1) 吹付コンクリート自体の劣化として顕著なのは凍害によるスケーリングであり、気象条件やのり面の向きによってその発達速度が異なる。2) 吹付コンクリート背面側の中性化現象より、吹付コンクリートのスライド開始時期が推定できる可能性が指摘され、のり面劣化段階の把握への応用が期待される。

### 参考文献

- ・長谷川寿夫：コンクリートの凍害危険度算出と水セメント比限界値の提案，セメント技術年報，Vol. 29，pp. 248-253，1975。

表-2 界面状況の類型分けと背面/表面中性化深さ比の傾向

| 類型 | 吹付/地山界面の特徴 | タイプ地質例            | 中性化深さ比<br>背面/表面 |
|----|------------|-------------------|-----------------|
|    |            |                   | 平均値             |
| a  | 吹付地山密着型    | 風化に強い砂岩・流紋岩など     | 0.16            |
| b  | 地山泥濘化、飽水状況 | 新第三紀泥岩・凝灰岩・マサ粘土   | 0.03            |
| c  | 地山断片化      | 中生層・古第三紀の粘板岩・泥岩   | 0.82            |
| d  | 背面空隙・空洞    | 地質問わず 土砂状風化，脱出し等  | 1.08            |
| e  | 施工時からの空気供給 | 地質問わず 背面側のセメント不足等 | 2.85            |

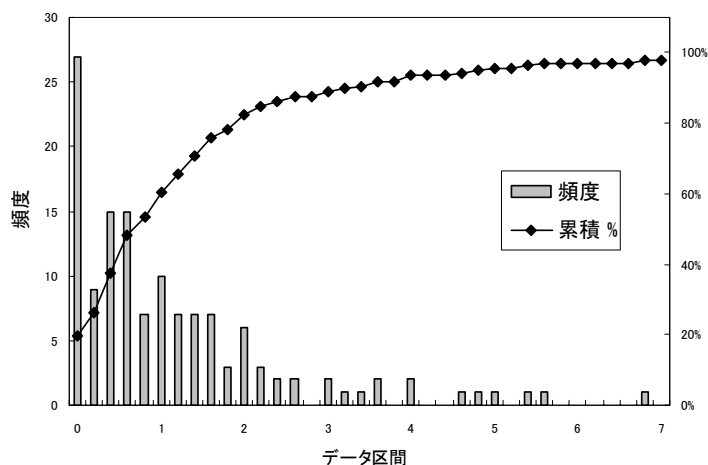


図-2 背面側と表面側の中性化深さの比率のヒストグラム