

切土のり面吹付コンクリートの安定性について（その1）

- 吹付コンクリートの耐久性 -

日本道路公団（JH）試験研究所（正）佐藤 亜樹男（正）松山 裕幸（正）長尾 和之

1.まえがき

切土のり面の吹付コンクリートに要求される性能は、地山の表面を外気より遮断し風化を抑制する、地山に付着し、その付着力と吹付コンクリートのせん断強度によって、亀裂、節理が多い浮石などの落石を防止することである。しかし、その要求性能に対して評価されたものがなく補修の判断ができないのが現状である。

本稿では、全国14箇所の吹付コンクリートのり面で実施した実態調査および各種試験結果から吹付コンクリートの経年劣化と耐久性について述べる。

2.調査概要

表1に調査箇所を示す。

表1 調査箇所

調査箇所は過去から継続観察されている地点とし、施工後の経過年数は少ないものでも323月以上（約27年）経過している箇所を選定した。

調査箇所	経過月数	背面岩種	凍害 ¹⁾ 危険度	吹付け面積 (m ²)	供用後補修の有無	試験項目
No.1 (岩手県)	324	新第三紀堆積岩	3 (西)	5,047	有り	・圧縮強度試験 各のり面2試料 ・中性化試験 各のり面5試料 ・偏向顕微鏡試験 (No.1,3,5,13) ・蛍光顕微鏡試験 (No.2,3,9,12)
No.2 (岩手県)	324	新第三紀堆積岩	3 (東)	4,450	有り	
No.3 (福島県)	371	変成岩	2 (西)	1,424	無し	
No.4 (福島県)	371	新第三紀堆積岩	2 (南)	1,930	有り	
No.5 (福島県)	371	新第三紀堆積岩	2 (北)	3,444	有り	
No.6 (栃木県)	384	中古層堆積岩	1 (南)	8,580	有り	
No.7 (山梨県)	323	中古層堆積岩	1 (南)	12,200	有り	
No.8 (山梨県)	358	中古層堆積岩	1 (南)	5,370	無し	
No.9 (山梨県)	350	中古層堆積岩	1 (南)	9,900	有り	
No.10 (山梨県)	329	中古層堆積岩	1 (北)	3,700	有り	
No.11 (山梨県)	325	新第三紀堆積岩	1 (西)	6,800	有り	
No.12 (静岡県)	427	新第三紀堆積岩	0 (北)	9,700	有り	
No.13 (福井県)	378	新第三紀堆積岩	1 (西)	1,639	無し	
No.14 (和歌山県)	365	中古層堆積岩	0 (北)	2,532	有り	

3.調査結果

3.1 圧縮強度

図1は圧縮強度と単位容積質量との関係を示している。凡例にある健全部、劣化部とは野外で目視にて判断したもので、健全部はひび割れがほとんど目立たない、劣化部はスケールリングおよびひび割れが目立つものである。

表中の凍害危険度にある()はのり面方位を示している。

圧縮強度は、単位容積質量が重くなるほど大きくなる傾向にあることから吹付コンクリートの圧縮強度はほぼ施工時に決まるものと考えられる。JHで規定している吹付コンクリートの材齢28日の圧縮強度は15N/mm²以上であるが全てその強度を上回っている。したがって、品質管理の難しいのり面での吹付コンクリートの強度規定としては15N/mm²は妥当な値であるといえる。健全部と劣化部で見るとおよそ20N/mm²を境に、それより上は健全部、それより下が劣化部にほぼ分かれており、目視という定性的な尺度でも強度の高い、低い判断できると思われる。

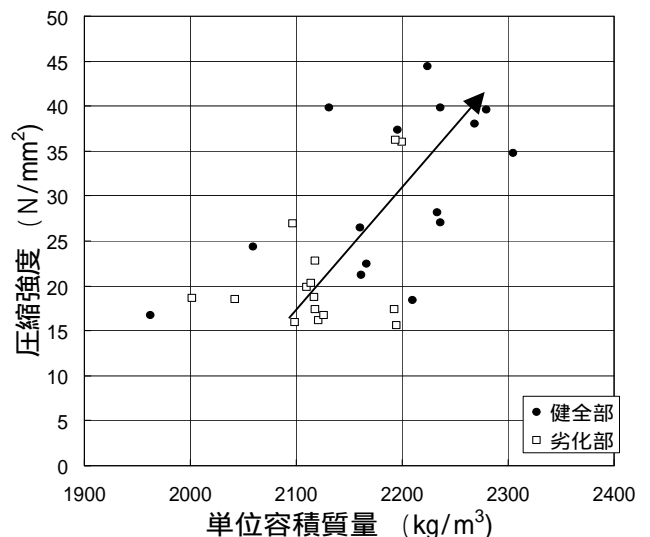


図1 圧縮強度と単位容積質量の関係

3.2 凍害

図2は外観で凍害の劣化を確認し、劣化部からコア採取したものと凍害のない健全部からコア採取した単位容積質量と凍害段階の関係を示している。図中の凍害段階1は遊離石灰抽出程度、凍害段階2は表面の剥落、剥離程度、凍害段階3はラス金網いたる剥落、剥離である。凍害のある劣化部の単位容積質量は健全部と比較し少ない傾向にある。このことから、凍害に関しても圧縮強度と同様に施工時の品質管理でその影響度合いが決まるものと考えられる。

凍害は時間とともに均等に進行するわけではないが、今回調査したスケールリング深さからスケールリング進行率 (mm/年) を求めた結果、最も進行率の早いもので調査箇所No.5の0.09mm/年であった。この進行率から吹付

キーワード：切土、吹付コンクリート、耐久性、中性化、凍害
連絡先：東京都町田市忠生 1-4-1 TEL.042-791-1621 FAX042-791-2380

コンクリートに配置されている金網までの時間を推定（吹付け厚 10cm の中間 5cm と仮定）すると約 46 年となる。

3.3 中性化

吹付コンクリートの中性化進行による影響としては、吹付コンクリート内にある金網が腐食し吹付コンクリートのひび割れ、剥離、剥落が助長されることである。そこで、各調査箇所の吹付けコンクリート表面からの中性化深度から経過年数を基に \sqrt{t} 則 ($C = A\sqrt{t}$ C: 中性化深さ, A: 中性化速度係数, t: 経過時間) に基づき中性化速度係数を算出した結果、最も大きいものは No.11 の 2.03 であった。この値から当該箇所の吹付コンクリートに配置されている金網（表面から 50mm）までの到達年数を推定すると約 50 年となる。中性化は大気中の二酸化炭素の侵入によって pH が低下する事象であるから、背面側は地山と密着された状態であれば中性化は進行しないはずである。しかし、今回の調査で吹付コンクリート背面（地山側）の中性化を 11 箇所のり面で確認された。これは吹付コンクリート背面に空洞化が生じたため地下水、空気の入りにより生じたものと考えられる。空洞化が生じる要因としては、施工不良（品質不良含め）、地山の風化進行が考えられる。の施工不良は別として、は施工後の時間経過の中で空洞化に至るものと考えられる。そこで、吹付コンクリートの表面側（地表）、背面側（地山）の中性化速度係数の比率（背面/表面：中性化速度係数比）を求め \sqrt{t} 則から背面中性化の進行を推定した。代表的な 2 箇所を図 3 に示す。これにより、吹付コンクリート背面の中性化の開始時期を推定することができるので、地山の密着性の低下を表す指標として利用できると考えられる。

4.まとめ

今回の調査から得られた知見を以下に述べる。

吹付コンクリートの圧縮強度は外観上の劣化部でも 15kN/mm² あり現在の強度規定を満足している。また、圧縮強度と単位体積質量にある程度の相関があることから、施工時の品質管理で強度が決まると考えられる。

凍害に起因するスケーリングは凍害危険度 1 以上でかつ、単位容積質量が低い箇所で生じやすい。また、スケーリングが吹付けコンクリート中の金網（50mm）までに到達する年数は早いものでも約 46 年かかる。

吹付けコンクリート表面からの中性化速度係数は最も大きいものでも 2.03 程度で、吹付けコンクリート中の金網（50mm）までの到達年数は約 50 年かかる。

吹付コンクリート背面にも中性化が生じることが判明した。また、中性化速度係数比を用いて背面中性化の進行時期を推定することができる。

5.おわりに

今回の調査から、吹付コンクリート自体は外観上の劣化部であっても断面の深部には損傷が到達しておらず、「地山の風化抑制」という要求性能に対して約 50 年程度は満たされていることが分かった。ただし、背面部で中性化が進行していることも判明した。これは地山との密着性の低下を表す指標として利用できる可能性があることから今後、地山の劣化と吹付コンクリート背面の中性化の関係について検討していく予定である。

参考文献 1) 技報堂出版：コンクリート構造物の耐久性シリーズ 凍害、1988

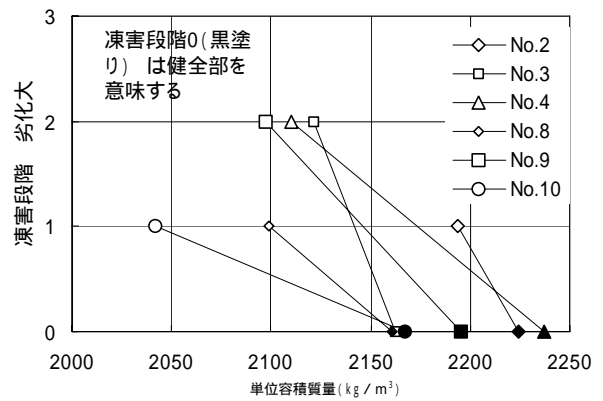


図 2 凍害と単位容積質量の関係

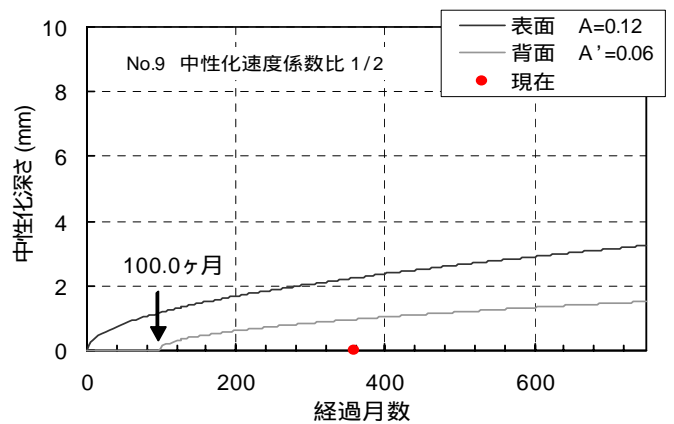
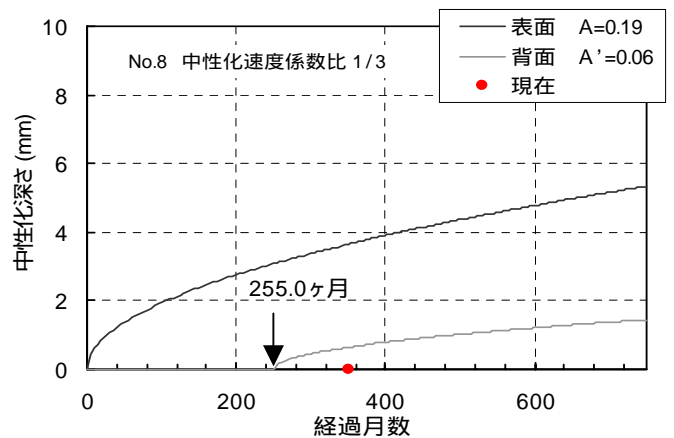


図 3 吹付コンクリート背面からの中性化進行予測