

# 19 品質管理

## コンクリート構造物補修工事における 表面含浸材実地試験

(一社) 北海道土木施工管理技士会

堀松建設工業株式会社

現場代理人

鈴 田 貴 之

### 1. はじめに

本工事は日本海波打ち際沿いの国道に建設されたRC落石覆道を断面修復工と含浸材塗布工により補修するものである。この内、含浸材施工に当たって、本施工前に含浸深さを確認するための試験を実施した。

工事概要

- (1) 工 事 名：一般国道231号増毛町武好覆道補修外一連工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局留萌開発建設部
- (3) 工事場所：北海道増毛郡増毛町
- (4) 工 期：令和元年7月～令和2年1月



図-1 新武好覆道（左奥、武好トンネルとの接続ブロックが今回補修対象部分）

### 2. 現場における課題

新武好覆道および武好覆道は昭和61年竣工であり、30年間以上日本海の飛沫塩分を浴び、塩害劣化と中性化が進行している。この2構造物の補修工事で、劣化程度が比較的軽い部分には長期耐久

性向上のため合計1,864m<sup>2</sup>のシラン系表面含浸材を施工することとなった。

ここで課題となるのが中性化・塩害劣化が進行している供用中のコンクリート構造物に対する含浸深さの検証である。実験室製作供試体を促進劣化しての含浸効果実験は多いが、供用中のコンクリート構造物を対象に含浸深さを確認した事例は極めて少ない。今回工事区間の設計前コア抜き調査で中性化深さは最大25mm、表面塩化物イオン濃度は最高32kg/m<sup>3</sup>であった。特に後者は高濃度であり、塩化物結晶が含浸の抵抗になる可能性も懸念された。

シラン系表面含浸材は、コンクリート内部に浸透した後、水分とアルカリ分に反応して吸水防止層を形成するものである。水分との化学反応が起きやすく、施工時に表面水分率が高いと含浸しにくくなるが、コンクリート表面部分の水分率状況についても実構造物について調べた報告事例は少ない。以上から、新武好覆道において含浸材実地試験を行ったものである。

### 3. 対応策と適用結果

#### (1) 表面水分率の計測

塗布作業にあたっては表面水分率管理が重要となり、施工条件は水分率8%以下とされる。

通常、コンクリート構造物の表面水分率の計測には電磁式の水分計（図-2）が用いられ、%表示のコンクリートモード、カウント値表示のD

モード（深さ40mmまでの平均水分率）およびSモード（深さ13mm程度）の3種で示される。コンクリートモードはDモード相当である。



図-2 コンクリート・モルタル水分計



図-3 道路橋床版水分計

他方、コンクリート内部の水分率は適正でも、最表面が露などで湿っている場合、塗布して即、化学反応が生じて含浸されない懸念があるので、最表面（深さ0mm）を道路橋床版水分計（図-3）で計測した。

(2) ハツリで生じたコンクリート片による室内試験

含浸材本施工に先立って室内試験を行い、特に水分率に着目して含浸深さを確認することとした。供試体は、断面修復する覆道柱部からハツリで生じたコンクリートブロックのうち3個を供試体1, 2, 4として採用した（供試体3は不使用）。試験はこれら供試体の水分率を、コンクリート・モルタル水分計および道路橋床版水分計でそれぞれ計測した後、シラン系表面含浸材をローラー塗布した。供試体表面のケレンは、供試体1,2はサンドペーパーケレン、供試体4はケレン無しとした。供試体の対象面積は、20cm×10cm=200cm<sup>2</sup>、塗布量5g（散逸量1gを含む）とした。（200g/m<sup>2</sup>相当）

これらを塗布2週間後（一部1週間後）に切断して含浸状況を観察した。切断面中、含浸されている部分は白変する。結果を以下にまとめる。

①No.1 供試体（図-4・表-1）

水分率に若干バラツキがある。水分率の高い計測位置②で深い含浸が見られ、逆相関となっているが、全体として5mm以上の含浸が確認された。

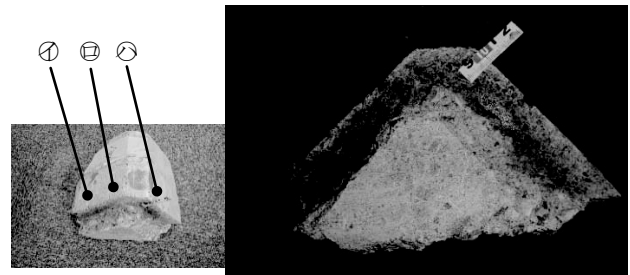


図-4 No.1 供試体含浸断面（白い部分）

表-1 No.1 供試体試験結果

水分計	塗布時水分率			
	計測位置	①	②	③
コンクリート・モルタル水分計	コンクリートモード (%)	6.1	7.1	7.8
	Dモードカウント値	852	870	938
	Sモードカウント値	793	802	838
道路橋床版水分計 (%)		4.1	4.3	3.7
含浸深さ (mm)		5	5	10

②No.2 供試体（図-5・表-2）

本供試体は中央部から右側にかけて原因不明の高水分率となっていたので左端部④のみの計測とした。含浸材は半円状に広がるため、円弧上に中央部が深い含浸になったものと見られる。

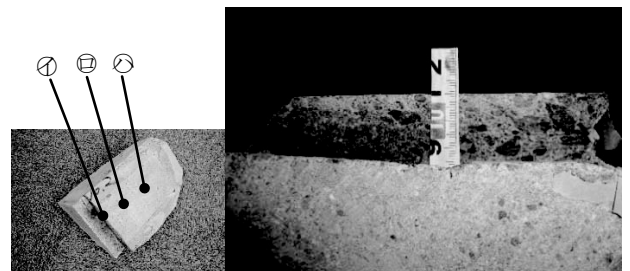


図-5 No.2 供試体含浸断面

表-2 No.2 供試体試験結果

水分計	塗布時水分率			
	計測位置	①	②	④
コンクリート・モルタル水分計	コンクリートモード (%)	6.6	11.4	over
	Dモードカウント値		未計測	
	Sモードカウント値		未計測	
道路橋床版水分計 (%)		5.5	6 超	6 超
含浸深さ (mm)		6 ~ 11	未計測	未計測

③No. 4 供試体 (図-6・表-3)

計測位置①は塗布一週間後に切断したが含浸は1～2mmだったため、2週間後に計測位置②を切断。含浸が円弧上に見られ、中央部では深さ7mmであった。水分率は最表面で6%以上と内部よりも高かったが目視・手触での濡れは無かった。



図-6 No. 4 供試体含浸断面

表-3 No. 4 供試体試験結果

水分計	塗布時水分率			
	計測位置	①	②	③
コンクリート・モルタル水分計	コンクリートモード (%)	4.8	5.8	5.3
	Dモードカウント値	690	746	670
	Sモードカウント値	640	660	580
道路橋床版水分計 (%)		5.5	6 超	6 超
含浸深さ (mm)		1～2	3～7	未計測

以下に室内試験の結果をまとめる。

・供試体No. 1、No. 2の最表面の計測水分率は供試体内部の水分率よりも低く、コンクリート表面は内部よりも乾燥が早かった。供試体No. 4ではその逆だったが所定の含浸があった。よって現場施工において塗布して即、表面で化学反応が生じ、含浸しない可能性は低いものと考えられる。

・水分計の扱いについて：Sモードのカウント値はDモードに比べて約1割低い。他方、コンクリートモード値はDモード相当であり、表面から40mm深さの平均水分率を示すが、施工で扱う深さは10mm程度の深さである。よって、実際の施工対象の深さの水分率はコンクリートモード値よりも1割低いことになるのだが、現場施工に当たっては分かりやすさと安全側に立つ意味からコンクリートモード値で管理するのが实际的である。

・水分率と含浸深さの相関は明確には見いだせなかったが、全体的に、水分率5.8～7.8%で、3～11mm深の含浸があった。供試体No. 2、No. 4では浸透域が円弧状になっているが、これは含浸材が放射状に浸透することと、供試体が小さなためであり、実際の施工ではその平均値以上、すなわち5mm以上の含浸になるものと考えられる。

・供試体No. 4の計測位置①は塗布1週間後で切断したもので、含浸が浅い。所定の含浸に達するには2週間かかることが分かった。

(3) 現場試験 (図-7)

実際の含浸材施工予定箇所現場試験を行った。



図-7 現場試験壁面

海側側壁に0.3m×0.3mの区画を6面設定した。素地調整は以下の3種で各2面。a：布空拭き(自然状態イメージ)、b：濡らした布により清掃後空拭き(高圧洗浄イメージ)、c：水とブラシにより清掃後空拭き(ブラシ洗浄イメージ)

素地調整後、コンクリート・モルタル水分計コンクリートモードによって水分率を計測し、含浸材を塗布した(200g/m<sup>2</sup>相当)。8日後にコアドリル(図-8)により、各区画から供試体(φ30mm,L50mm)1個を採取した。(図-9)この時点では含浸発現にはまだ早い上、コア周面は採取時の衝撃や摩擦熱等により乱れ、含浸層は判明しなかった。含浸が確実な塗布21日後にコアを打撃割裂し、含浸深さを計測した。(図-10、表-11)



図-8 コアドリル



図-9 コア採取部



図-10 採取コア（枝番号は区画内採取位置、整理番号。1-4はコア長短いため不採用）

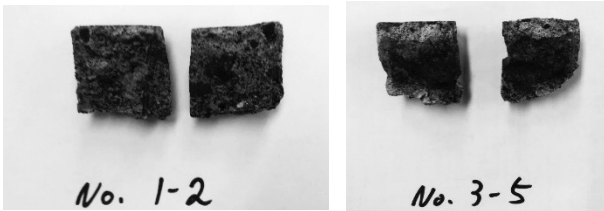


図-11 割裂後のコア断面例

現場試験結果を表-4にまとめる。割裂したコア断面には含浸層が現れ、深さは4mm～8mmであった。素地調整方法による含浸深さの明確な違いは確認できなかった。水分率と含浸深さの関係を図-12に示す。水分率6%を境に、低水分率のほうが深く含浸している結果となった。

表-4 現場試験結果

供試体 No.	素地調整	水分率 (%)	平均含浸深さ (mm)
1	布で空拭き	5.7	8
2	布で空拭き	6.5	5
3	水拭き後空拭き	5.7	6
4	水拭き後空拭き	6.5	4
5	ブラシ洗い後空拭	5.3	8
6	ブラシ洗い後空拭	6.1	6

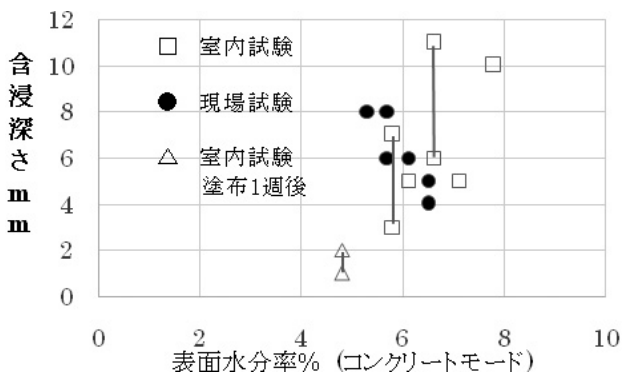


図-12 表面水分率（コンクリートモード）と含浸深さの関係

## まとめ

- ①経年供用中のコンクリートの水分率は面的にも深さ方向的にも複雑不規則に分布している。その中で、コンクリート表面水分率と含浸深さの関係は、室内試験ではバラツキがあったが、現場試験ではおおむね水分率が低いほど含浸が良好との関係が見いだせた。表面水分率（コンクリートモード）5～7%で4～8mmの含浸が見られた。
- ②ケレンの種類と含浸深さの関係については今回の試験では有意な傾向は見いだせなかった。しかし既設コンクリート表面には様々な汚れが付着しており、含浸を妨げる可能性もあるので、手工具や高圧水などのケレンは実施するべきである。
- ③含浸効果の発現時期は2週間以降と見なせた。含浸材が塗布され、部材中に浸透して内部の水分とアルカリ分により反応が進行するまで、上記の時間が必要ということであった。
- ④現場施工で使用する水分計はコンクリート・モルタル水分計で実用上足りると考える。また、同機種の使用モードについては、表示の分かりやすさと、安全側に立つ意味から（1割高い水分率と見なすから）、コンクリートモードで水分率管理をするのが实际的である。
- ⑤現場本施工では施工前表面水分率がコンクリートモードで4.0～5.2%、平均4.6%であった。試験時よりもさらに低い水分率で良好な施工が出来たものとする。

## おわりに

こうした現場レベルでの含浸材施工試験はまだまだサンプル数が少なく、今後多数実施されることが望ましい。今回実施した試験がその一助になれば幸いである。

最後に、この試験実施に当たりご指導頂いた北海道開発局留萌開発建設部留萌開発事務所ならびに寒地土木研究所寒地保全技術研究グループ耐寒材料チームの関係者の皆様に謝意を申し上げます。