

## 超高耐久性断面修復・表面被覆技術の開発（その2）

### Development of Ultra-durable Technology for Mortar Coverage and Restoration (Part 2)

#### —繊維補強型セメント複合材料における検討—

#### - A Study Based on Fiber-reinforced Cement Composites -

○南 真樹<sup>※1</sup> 西谷内龍司<sup>※1</sup> 石神暁郎<sup>※2</sup> 緒方英彦<sup>※3</sup> 濱 幸雄<sup>※4</sup>

MINAMI Masaki, NISHIYAUCHI Ryuji, ISHIGAMI Akio, OGATA Hidehiko, HAMA Yukio

### 1. はじめに

凍害が生じた農業水利施設に対して、長寿命化を目的とした補修・補強が近年行われているが、この補修・補強では、農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアル【開水路補修編】（案）（平成25年10月，平成27年4月改正）に示されている品質規格を満足する材料が選定され，その中でも特に寒冷地における個別的な性能である耐凍害性を満足する材料が適用される場合が多い。しかしながら，施工後早期にひび割れや浮き・剥離といった変状を生じることも多く，恒久的な長寿命化対策にはなり得ていないのが現状である（Fig.1）。これは，材料が有する本来の性能が実際の施工環境の様々な要因により発揮できていないためである。著者らは，実際の施工現場で使用する補修材に求められる特性に焦点を当て，著しい凍害環境下に置かれる農業水利施設において，材料品質の確実な確保が図られ，より高耐久性を引き出すことが可能な工法開発の検討を重ねた。



Fig.1 補修材の早期劣化の事例  
Typical early deterioration of repair mortar

本報では，耐久性の評価が高い『高炉スラグ系繊維補強型ポリマーセメントモルタル』を使用し，その耐久性能をさらに引き出すための材料検証について紹介する。

### 2. 現状規格と課題点

農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアルでは 付着強度を6条件により照査する（Table 1）。しかしながら，これらの付着強度は室内試験における数値であり，基準値を満足していても施工現場における付着強さは室内試験の数値よりも小さくなる傾向がある。この要因の1つとしては，特に寒冷地における非かんがい期（＝施工時期）では母材コンクリート表面が低温状態になることから，練り上がった修復材との温度差が施工現場での付着強さに何らかの影響を与えている可能性が考えられる。例えば，修復材の練り上がりと母材コンクリート表面の温度が異なることにより，修復材が硬化する過程で両者に収縮のずれが生じ，これが界面での接着を弱めている可能性も考えられる。したがって施工現場において修復材本来の付着性能を引き出すためには，母材コンクリートの表面温度と練り上がった修復材の温度との差を可能な限り小さくした上で打設するこ

Table 1 付着強度の基準値  
Criteria of adhesive strength

要求性能項目	品質項目	照査方法	品質規格値(案)		
基本的性能	付着性	付着強度	JSCE-K 561 (乾湿・温冷繰返し回数は10サイクル)	標準条件	1.5N/mm以上
				多湿条件	
				低温条件	
				水中条件	1.0N/mm以上
				乾湿繰返し条件	
				温冷繰返し条件	

※1 株式会社南組 Minamigumi Ltd., ※2 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 Civil Engineering Research Institute for Cold Region, PWRI, ※3 鳥取大学農学部 Faculty of Agriculture, Tottori University, ※4 室蘭工業大学大学院 Graduate School of Engineering, Muroran Institute of Technology  
コンクリート材料, 工法・施工, 凍害

とが有効と考えられ、現場での付着強さを少しでも室内試験の数値に近づけることが工法の高耐久化につながるものとする。

### 3. 超高耐久に向けた検証

超高耐久性を実現する工法の開発にあたり、まず基本情報の確認として室内試験における修復材の低温条件での付着性能を測定した。ここで使用する修復材はプライマーを必要としない為、下地処理条件として予め湿潤面を作り出すだけで修復材打設を行っている。結果は材齢7日時点で既に基準値を十分満足する数値が得られた (Table 2)。

次に現場検証として、実際に供用中の開水路において給熱養生無しの条件で付着強さの発現状況を確認した。実施時期は11月初旬で、実施場所における例年の気温推移(日平均気温として5℃以上)を考慮すると、降雪や給熱のための養生囲いは未だ必要無いと判断できる時期であった。測定値は室内試験の数値と比較すると総じて低い傾向を示し、また材齢28日と121日と比較すると、材齢が進むにつれて付着強さはある程度伸びる傾向にはあるが、施工後121日経過しても室内試験での材齢28日の数値よりも低い値を示した (Table 3)。

また一方で、通常の工事時期(=非かんがい期)においては給熱養生を要する時期もあり、給熱養生を用いた現場検証も実施して付着強さの発現状況を確認した。この給熱養生有りの条件では、給熱養生無しの条件で得た材齢28日での付着強さと比較すると、概ね高い数値が得られた (Table 4)。これは、給熱養生により施工箇所が温められることで母材コンクリート表面の温度が上がり、練り上がった修復材との温度差が小さくなったことが要因の1つであると推察される。これらのことから、給熱養生を用いて修復材の練り上がりと母材コンクリート表面の温度差を可能な限り小さくすることで、現場での付着強さを室内試験の数値に近づけられる可能性があることが分かった。

### 4. おわりに

本報では、超高耐久な断面修復・表面被覆技術の開発にあたり、修復材の視点から母材コンクリートとの一体化性を評価する上で、施工現場における付着強さを構成要素として整理した。薄層施工になる表面被覆では、付着強さを母材コンクリートとの一体性評価として採用できるが、施工厚が増す断面修復の場合は必ずしも付着強さだけで一体性を評価することが出来ない事例も考えられる(例:凍害が著しい開水路底版等)。今後は断面修復における一体性評価の手法を検討する必要もあると考える。現場での付着強さの十分な発現には、母材コンクリートの劣化部除去に係る施工品質、修復材打設の施工品質、といった要素も密接に関係してくるため、これらの要素も十分に検証した上で、超高耐久性を備えた断面修復・表面被覆技術を検討していきたい。

Table 2 室内試験での付着強さ  
Adhesive strength in laboratory

	付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	材齢7日	材齢28日
モルタル基板	2.28	2.51

Table 3 給熱養生無の付着強さ  
Adhesive strength with heat curing

	付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )	
	材齢28日	材齢121日
左岸側壁 (気中部)	1.75	1.62
左岸側壁 (水中部)	0.94	1.56
右岸側壁 (気中部)	1.70	2.38
右岸側壁 (水中部)	1.29	1.63

Table 4 給熱養生有の付着強さ  
Adhesive strength without heat curing

	付着強度 (N/mm <sup>2</sup> )
	材齢28日
左岸側壁 (気中部)	1.66
左岸側壁 (水中部)	1.55
右岸側壁 (気中部)	1.86
右岸側壁 (水中部)	1.93