

経年した無機系補修材料の付着強さ試験における表面処理の影響

Influence of the Surface Grind in Test Method for Bond Strength of Aged Inorganic Repairing Materials

○緒方 英彦*, 清水 邦宏**, 金子 英敏**, 八木沢 康衛**, 石神 暁郎***, 西田 真弓***
OGATA Hidehiko*, SHIMIZU Kunihiro**, KANEKO Hidetoshi**, YAGISAWA Yasuei**, ISHIGAMI Akio***
and NISHIDA Mayumi***

1. はじめに

水利施設の補修において、付着性は、補修材料が躯体コンクリートと十分に付着し、コンクリート表面を被覆するという目的を達成するためにも重要な要求性能である。付着性は、JISA 1171-2010「ポリマーセメントモルタルの試験方法」、JSCE-K 531-2010「表面被覆材の付着強さ試験方法（案）」、JSCE-K 561-2010「コンクリート構造物用断面修復材の試験方法（案）」に基づいて試験される付着強さで評価される。付着強さは、接着剤で補修材料表面に接着した鋼製治具を鉛直方向に引っ張ることで測定した最大引張荷重を破断面積で除することで求める。

接着治具による付着強さ試験では、補修材料表面に鋼製治具を十分に接着させるために、表面に有機物や微粒子などの付着物がある場合はその除去を行い、表面が湿っている場合には乾燥しなければならない。この被覆材表面の処置が不十分であると治具界面破壊になり、付着強さ（被覆材一下地界面破壊）を定量的に評価できない。加えて、開水路の底版においては、滞水を完全に排水できない場合もあり、この場合には試験そのものを実施することができない。特に、経年した補修材料に対する試験では、治具界面破壊が散見され、その要因として供用期間中における表層部の材料の変質の影響が考えられる。

そこで、本研究では、経年した無機系補修材料（以下、被覆材）の付着強さを適正に測定するための留意点を整理することを目的に、表面処理、特に本研究では表面研磨の有無が付着強さ試験に及ぼす影響

を現地試験により検討した。

2. 現地試験の概要

現地試験は、昭和 44 年に施工された北海道内にある RC 現場打ち開水路の側壁で実施した。この側壁では、施工後 40 年が経過した平成 21 年に無機系補修工法（PCM 工法）による補修が行われている。PCM 工法は、エポキシ樹脂プライマーとポリマーセメントモルタルによるライニング工法である。

試験は、平成 29 年 9 月（補修後約 8 年半経過）に実施した。試験項目は、接着治具 2 種類（角形治具（40×40mm）、円形治具（φ43mm））及び表面状態 2 種類（現状表面、研磨表面（約 1～2mm））の 4 パターンである（写真-1）。まず、現状表面において、角形治具（S-1～S-3）、円形治具（C-1～C-3）の試験を各 3 箇所で行った後、治具界面破壊となった角形治具 3 箇所（S-1～S-3）、円形治具 2 箇所（C-1～C-2）において表面を研磨し、再度、試験を実施した。鋼製治具の接着には、5 分硬化開始のエポキシ樹脂系接着剤（ボンドクイックメンダー、可使時間 5 分、実用強度時間 60 分）を用いた。下地コンクリートまでの切込み深さは 1～3mm である。切込みは、角形治具においてコンクリートカッター、円形治具においてφ50mm のコアビットによるコアカッターで行った。ここで、被覆材の厚さは、場所によりばらつき、実測によると 10.5～14mm であった。引張試験器は、いずれの試験においても接着・付着力引張試験器（テクノテスター-RT-3000LDII）を用いた。



写真-1 治具の設置状況



写真-2 現状表面の試験における治具界面破壊



写真-3 被覆材表面の薄層

*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, **サンコーテクノ株式会社, Sanko-Techno Co., LTD., ***寒地土木研究所 寒地農業基盤研究グループ, Cold-region Agricultural Development Research Group, Civil Engineering Research Institute for Cold Region, 接着治具, 治具界面破壊, 被覆材一下地界面破壊, 表面研磨

表-1 表面研磨前後の角形治具と円形治具による試験結果

	試験	現状表面 (表面研磨前)			研磨表面 (表面研磨後)		
		最大荷重(kN)	面積(mm ²)	付着強さ(N/mm ²)	最大荷重(kN)	面積(mm ²)	付着強さ(N/mm ²)
角形治具	S-1	2.08	1,600	1.30	4.11	1,600	2.57
	S-2	0.90	1,600	0.56	2.08	1,600	1.30
	S-3	0.78	1,600	0.49	1.98	1,600	1.24
	平均値	1.25	—	0.78	2.72	—	1.70
円形治具							
	C-1	1.47	1,452	1.01	3.85	1,452	2.65
	C-2	2.37	1,452	1.63	3.91	1,452	2.69
	C-3	3.55	1,452	2.44	(3.55)	(1,452)	(2.44)
平均値	2.46	—	1.70	(3.77)	—	(2.60)	

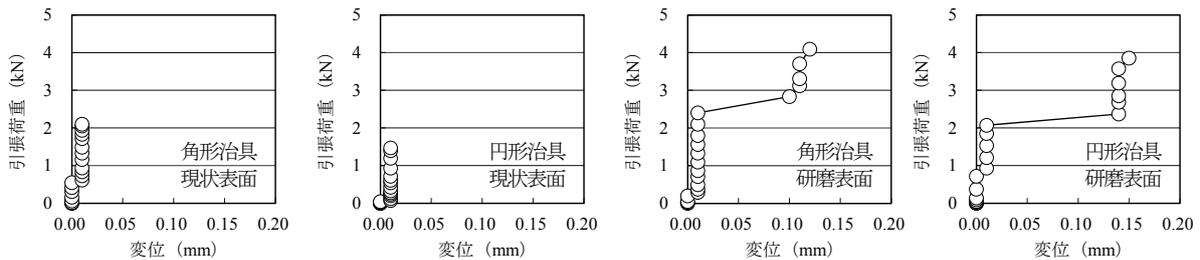


図-1 表面研磨前後の荷重-変位関係 (角形治具 S-1, 円形治具 C-1)

3. 表面研磨前後の試験結果

表面研磨前である現状表面及び表面研磨後の研磨表面における試験結果を表-1に示す。

現状表面では、円形治具のC-3を除く全てが治具界面破壊(写真-2)になり、引張荷重による最大荷重(付着強さ)も著しく小さくなった。このように現状表面では、被覆材表面で剥がれるため、付着強さを適正に評価することができなかった。

写真-3は、被覆材表面を一部剥がしたものである。表面に薄層が存在していることを確認することができる。この薄層は、仕上げ材(仕上げ助剤)の影響であるのか、炭酸化(今回の試験は気中部で実施)の影響であるのか、あるいは材料そのものの劣化であるのか、その要因は特定できていないが、この薄層が治具界面破壊の原因となっている可能性は高い。

表面の薄層を研磨で除去した後の研磨表面における試験結果は、現状表面に対して最大荷重(付着強さ)が約2~2.5倍に増加した。また、破壊形態は、全ての箇所において被覆材-下地界面破壊であることが目視確認でき、測定値は被覆材と下地コンクリートの付着強さであると認めることができた。ここで、測定箇所により値が異なるのは、各箇所の付着状態が実際に異なるためであると推察される。

現状表面と研磨表面における破壊形態の違いは、荷重-変位関係からも確認することができる。表面研磨前後の荷重-変位関係の一例(角形治具 S-1,

円形治具 C-1)を図-1に示す。表面研磨前の現状表面では、変位がほとんど生じず破壊に至る。他方、表面研磨後の研磨表面では、まず現状表面と同様に変位が生じず荷重が増加するが、その後、変位が急に伸び、再び変位がほとんど生じず荷重が増加し、破壊に至る。この変位の増加は、被覆材と下地コンクリートの界面変位であると思われ、はじめの荷重の増加は治具-被覆材界面、次の荷重の増加は被覆材-下地界面の付着抵抗によるものであると考えられる。つまり、この2段の荷重の増加そのものが、被覆材-下地界面破壊であることを証明している。

4. おわりに

本研究の結果、経年した無機系補修材料の付着強さ試験においては、表面に存在する薄層が試験結果に大きく影響を及ぼすことが明らかになった。ただし、この薄層の要因は特定されておらず、補修材料、補修工法により、その要因は異なることも考えられ、付着強さ試験の適正な実施のためにも解明が必要である。一方、現実的な対応としては、表層部を十分に研磨し、薄層を除去すればよい。これにより、付着強さ(被覆材-下地界面破壊)を測定できる可能性は高まる。また、今回得られた事実を踏まえると、再補修で補修材料の重ね塗りをする場合は、付着性を高めるために、表層部を除去した後に実施するのが望ましい。