

アンカー機構の治具による下地コンクリートの付着強さ試験方法の開発に関する基礎的研究 Fundamental Studies of Anchor Fixture and Test Method for Bond Strength of Substrate Concrete

○緒方 英彦*, 加藤 諭**, 清水 邦宏***, 金子 英敏***, 石神 暁郎****
OGATA Hidehiko*, KATOHI Satoshi**, SHIMIZU Kunihiro***, KANEKO Hidetoshi*** and ISHIGAMI Akio****

1. はじめに

表面被覆工法による補修を行う際には、躯体コンクリートの劣化部を除去するために高圧洗浄などによる下地処理を行い、補修材料の付着性を評価するために付着強さ試験が行われる。要求される付着強さは、「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)」¹⁾において、側壁で $1\text{N}/\text{mm}^2$ 、底版で 3 個の試験値の平均値が $1\text{N}/\text{mm}^2$ 以上、かつ個々の試験値が $0.85\text{N}/\text{mm}^2$ 以上とされている。高圧洗浄で劣化部を除去する場合、躯体コンクリートの表面は湿潤状態になる。そもそも水路の躯体コンクリートは高い含水状態にあり、表面を一時的に乾燥したとしても、水分が内部から表面に浸透してくるため、長い時間、乾燥状態に保持することは難しい。この状態で、接着治具による付着強さの試験を行った場合、接着剤による治具の接着が十分に行われず、多くの場合において躯体コンクリートと治具の界面で剥がれ、付着強さそのものの測定が行えない場合が散見される。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。

そこで、著者らは、下地コンクリートの付着強さ試験方法として、表面の有機物や微粒子などの付着物の影響を受けない、表面の水分状態(多湿・水中)

の影響を受けないアンカー機構の治具による試験方法を開発することにした。本文では、大型壁体試験体および凍害により劣化した開水路側壁で本試験方法の試験条件などを検討した結果について示す。

2. アンカー治具による試験方法の概要

開発したアンカー治具の概略図を図-1 に示した上で、設計条件を以下に説明する。

本試験方法では、市販の中で最も小さい $\phi 4\text{mm}$ の芯棒打込み式の金属拡張アンカー(T-420, 以下、アンカー)を採用している。アンカー埋込み長さは、拡張部長さが 8mm であることから、 10mm としている。アンカーの配置位置は、日本建築学会における金属拡張アンカーの許容引張荷重の算定で用いられている有効水平投影面積²⁾を踏まえて決定した。アンカー直径 4mm の場合、1 本のアンカーの有効水平投影面積の直径は 24mm になる。そこで、アンカー治具は、設置する 4 本の金属拡張アンカーの総有効水平投影面積が概ね含まれることを考慮し、接着方法で一般に用いられる $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ の鋼製治具ではなく、外装用タイル試験用の $45\text{mm} \times 45\text{mm}$ の鋼製治具を加工して作製することにした。アンカーの配置位置から外側に切込みを入れている理由は、試験後に拡張したアンカーを治具から取り出すためである。一方、付着強さを求めるためには破断面積が

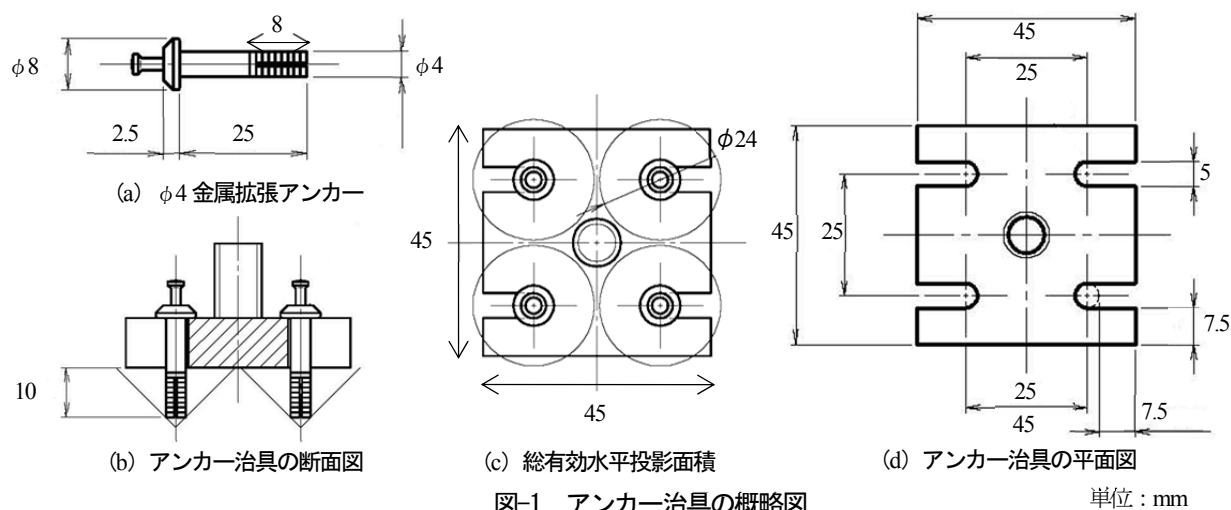


図-1 アンカー治具の概略図

*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, **鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科, Graduate School of Sustainability Science, 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, アンカー引抜試験, 金属拡張アンカー, 有効水平投影面積

表-1 大型壁体試験体におけるアンカー治具試験の破断面積と破断強度

試験	最大引抜荷重(kN)	治具面積評価 (有効水平投影面積評価)		破断面積評価	
		面積(mm ²)	破断強度(N/mm ²)	面積(mm ²)	破断強度(N/mm ²)
φ4 治具-1	9.68	2,025 (1,760)	4.78 (5.50)	1,796	5.39
φ4 治具-2	8.60		4.25 (4.89)	1,685	5.10
φ4 治具-3	8.65		4.27 (4.91)	1,623	5.33
平均値	8.98	2,025 (1,760)	4.43 (5.10)	1,701	5.27

表-2 開水路側壁におけるアンカー治具試験の破断面積と破断強度

試験	最大引抜荷重(kN)	治具面積評価		破断面積評価	
		面積(mm ²)	破断強度(N/mm ²)	面積(mm ²)	破断強度(N/mm ²)
φ4 治具-K1	7.07	2,025	3.49	2,095	3.37
φ4 治具-K2	6.16		3.04	1,869	3.30
φ4 治具-K3	5.22		2.58	2,151	2.43
平均値	—	2,025	3.04	2,038	3.03

必要になる。接着方法では鋼製治具の周囲に切込みを入れることで破断面積を均一にすることができる。アンカー治具試験においては、治具周囲に切込みを入れた場合、アンカー拡張部の抵抗が低下することが懸念されたことから、反力板を用いることで破断面積の均一を図ることとしている。

3. アンカー治具試験による破断面積と破断強度

大型壁体試験体の寸法は、高さ 700mm、壁厚 200mm、長さ 2,300mm である。この試験体は、2011 年 9 月に作製し、鳥取市の鳥取大学構内の屋外で暴露していたものである。外観観察からも特に顕著な劣化は見られない。試験は、2016 年 10 月（材齢 5 年 1 ヶ月）に実施した。試験数は 3 箇所である。また、表面から深さ方向のコンクリートの状態を確認するために、φ10cm のコアを計 3 本採取し、表面から深さ方向の超音波伝播速度をコア横断方向で測定した。その後、割裂引張強度の測定を行った。

現地試験を実施した構造物は、北海道内にある供用後 29 年が経過した RC 現場打ち開水路の側壁である。表面部には、凍害による顕著なひび割れは見られないが、側壁天端には僅かなスケーリングが生じている。試験は、側壁の 3 箇所で行った。

両試験には、接着・付着力引張試験器（テクノテスター RT-3000LDII, サンコーテクノ）を用いた。

大型壁体試験体の試験結果を表-1 に示す。ここで、超音波伝播速度は、表面から 1cm 深さにおいて 4,208m/s であり、コンクリートはほぼ健全であった。破断面積は 1,701mm² (1,623~1,796 mm²) であり、反力板を用いることでほぼ統一することができた。ただし、破断面積は治具面積 2,025mm² よりも小さくなった。この原因は、試験に用いた大型壁体試験体に顕著な劣化はなく、アンカー治具に設置する各 φ4 アンカーの有効水平投影面積でコーン状破壊が生じたために、これに被らない部分が破壊していな

いからである。このことは、φ4 アンカー 4 本の総有効水平投影面積が 1,760mm² であり、実際の破断面積がこれに近いこと、そして実際の破断状況からも、そのように考えられる。つまり、表層部コンクリートの劣化が顕著でない場合、破断強度を求める際の破断面積は、治具面積ではなく総有効水平投影面積にする必要があることが示唆される。

一方、開水路壁体におけるアンカー治具試験の結果を表-2 に示す。ここで、表面走査法で測定した試験箇所の超音波伝播速度は 1,965m/s であったことから、表層部コンクリートは凍害により劣化が生じていることがわかる。破断面積は、2,038mm² (1,869~2,151 mm²) と治具面積 2,025mm² に近くなった。この結果より、表層部コンクリートに劣化が生じている場合には、φ4 アンカーによるコーン破壊とともに表層部コンクリートの劣化部も破壊するために、破断面積が総有効水平投影面積よりも大きくなり、治具面積に近くなることが示唆される。

以上のことから、アンカー治具試験の破断面積は、表層部コンクリートの劣化状態に応じて変える必要があり、劣化が顕著でない場合は総有効水平投影面積 1,760mm²、劣化が顕著である場合は治具面積 2,025mm² を用いて破断強度を求める必要がある。どの程度の劣化状態で破断面積を変えるべきなのかについては、今後の研究で明らかにしていきたい。

大型壁体試験体における破断強度は 5.27 N/mm² が得られたのに対し、採取コアで測定した割裂引張強度は 2.78N/mm² (2.53~2.99N/mm²) と、破断強度は割裂引張強度の約 2 倍になる結果が得られた。破断強度と割裂引張強度の関係については、今後の研究で明らかにしていく予定である。

引用文献 1) 農林水産省：農業水利施設のストックマネジメント (<http://www.maff.go.jp/housin/mizu/sutomane/index.html>) 2) 日本建築学会：各種合成構造物設計・同解説 (第2版, pp321-322, 2013