

PVB 樹脂および珪砂から構成される高性能被覆鉄筋の珪砂付着量と付着強度の関係

(株) 大林組 正会員 ○太田 健司
(株) 大林組 正会員 石田 知子

1. はじめに

近年、港湾構造物や融雪剤を散布する高速道路などでは、塩害に対する耐久性確保の観点からエポキシ樹脂塗装鉄筋などの被覆鉄筋の適用が進められている。しかし、エポキシ樹脂塗装鉄筋は、紫外線劣化が生じ易く、普通鉄筋と比べてコンクリートとの付着応力度も低下するなど、使用に際して注意が必要となる。そこで、著者らは、エポキシ樹脂よりも耐光性の高い PVB 樹脂で鉄筋を被覆し、コンクリートとの付着強度を向上させる目的で被覆鉄筋の表面に珪砂を付着させた高性能な防食鉄筋（以下、PVB-S 被覆鉄筋とする）を開発している^{1) 2)}。本稿では、普通鉄筋と同等以上の付着応力度を得るために必要な珪砂付着量を把握することを目的として、PVB-S 被覆鉄筋に付着させた珪砂付着量の違いがコンクリートとの付着応力度に及ぼす影響について検討を行った結果について示す。

2. 実験概要

2.1 付着強度試験

付着強度試験は、JSCE-E 516-2003「エポキシ樹脂塗装鉄筋の付着強度試験方法」³⁾に準拠した。試験に使用した異形鉄筋の母材は、鋼種 SD345、鉄筋径 D19 とし、珪砂の付着量を 5 水準変化させた。また、比較対象として、珪砂を塗布しない PVB 樹脂被覆鉄筋、エポキシ樹脂塗装鉄筋および普通鉄筋についても同様に試験を行った。コンクリートは、早強ポルトランドセメントを使用し、付着強度試験時における圧縮強度が 30N/mm² 程度となるように配合を選定した。コンクリートの使用材料を表-1 に、配合を表-2 に示す。試験体は、試験材齢まで標準養生を行い、試験は材齢 7 日および 8 日で実施した。なお、試験時のコンクリートの圧縮強度は 31.5～33.8N/mm² であった。

付着強度試験は、定格荷重 250kN の精密万能試験機を用いて、試験体から突出した鉄筋を引抜くことにより载荷を行った。鉄筋のすべり量は、試験体下部から突出した鉄筋に変位計を設置し、測定した。

2.2 付着強度の評価方法

全ての付着強度試験において、コンクリートの割裂破壊時に最大付着応力度を示した(一例を図 1 に示す)。そのため、最大付着応力度はコンクリート強度に依存する可能性が大きく、鉄筋とコンクリートとの付着性状を正しく評価できていないと考えられる。このことから、本検討では、鉄筋径に対してすべり量が 0.002 倍(0.04mm) 時点の付着応力度により評価した。

2.3 珪砂付着量の算出方法

PVB 樹脂は、アルコール類などに溶解する性質を有している。そのため、PVB-S 被覆鉄筋をアルコール溶液に浸漬し、PVB 樹脂を溶解させ、溶解液から珪砂の

表-1 使用材料

記号	種類	摘要
W	上水道水	
C	早強ポルトランドセメント	密度 3.14g/cm ³ 比表面積 4490cm ² /g
S	陸砂	表乾密度 2.60g/cm ³ 粗粒率 2.48, 木更津産
G	砕石 2005	表乾密度 2.67g/cm ³ 粗粒率 6.60, 青梅産
WR	AE 減水剤	リグニンスルホン酸系
AE	AE 剤	変性ロジン酸系

表-2 コンクリート配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				WR	AE
		W	C	S	G		
58.9	45.8	165	280	835	1013	0.25	0.004

※WR および AE は C×%

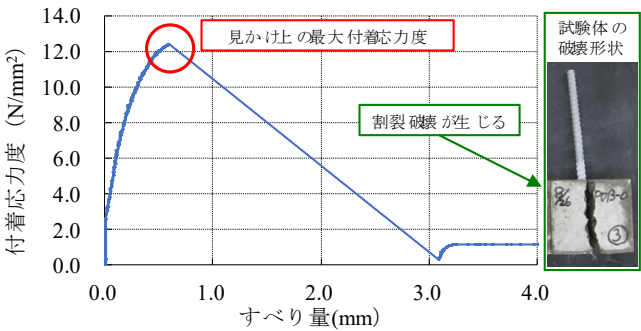


図-1 付着強度試験結果の一例

キーワード 付着強度, 引抜き試験, 珪砂付着量, PVB-S 被覆鉄筋
連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 TEL 042-495-1131

みを取り出し、式（1）により珪砂付着量を算出した。
 なお、本検討においては、PVB 樹脂の溶解にイソプロピルアルコール溶液を使用した。

$$M=1/D \times m \quad (1)$$

ここに、
 M： 鉄筋 1m² 当たりの珪砂付着量(g/m²)
 D： 鉄筋の表面積(m²)
 m： 付着した珪砂の重量(g)

3. 珪砂付着量の異なる PVB-S 被覆鉄筋の付着応力度

付着強度試験結果を表-3 および図-2 に示す。珪砂の付着量は、約 80～130g/m² とした。PVB-S 被覆鉄筋の製造過程で珪砂を塗布する量を多くしても、鉄筋の面積に対する珪砂付着量は限られるため、本検討（D19）では、珪砂付着量は 130g/m² 程度で最大となった。

すべり量 0.04mm におけるエポキシ樹脂塗装鉄筋の付着応力度は、普通鉄筋と比較して 59%，また、珪砂を塗布していない PVB 樹脂塗装鉄筋については 94% となり、共に普通鉄筋よりも小さい値を示した。これに対し、PVB-S 被覆鉄筋については、珪砂を付着させることでコンクリートとの付着特性が向上し、珪砂付着量に関わらず普通鉄筋よりも高い付着応力度を示し、最大で 2 倍以上の値を示す結果となった。

4. 珪砂付着量と付着応力度の関係

珪砂付着量と付着応力度との関係について図-3 に示す。PVB-S 被覆鉄筋は、珪砂付着量の増加に伴いコンクリートとの付着応力度も増加する傾向を示し、両者の間には非常に高い相関（決定係数 R²=0.97）の関係が確認された。また、両者の関係から、PVB-S 被覆鉄筋においては、10.7g/m² 以上の珪砂付着量を確保することにより、普通鉄筋と同等以上の付着応力度を得ることが可能となる。

5. まとめ

PVB-S 被覆鉄筋に付着させた珪砂付着量の違いがコンクリートとの付着応力度に及ぼす影響について検討を行った。その結果、珪砂を付着させることによりコンクリートとの付着特性は向上し、10.7g/m² 以上の珪砂付着量を確保することで普通鉄筋と同等以上の付着応力度を得られることが確認された。また、珪砂付着量の増加に伴い付着応力度が増加することが確認され、珪砂付着量と付着応力度の間には非常に高い相関の関係があることが確認された。

表-3 付着強度試験結果および珪砂付着量

試験体 種別	付着強度試験結果		珪砂 付着量 (g/m ²)
	付着応力度 (N/mm ²)	普通鉄筋に 対する比率	
普通鉄筋	2.32	1.00	—
エポキシ樹脂	1.37	0.59	—
PVB 樹脂	2.17	0.94	—
PVB-S-1	3.69	1.59	80.3
PVB-S-2	3.90	1.68	98.2
PVB-S-3	4.50	1.94	121.6
PVB-S-4	4.44	1.91	122.7
PVB-S-5	5.02	2.16	131.1

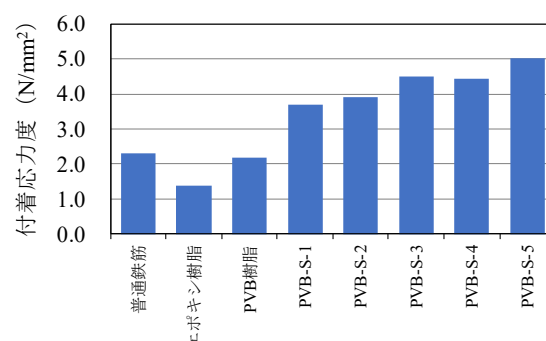


図-2 すべり量 0.04mm における付着応力度

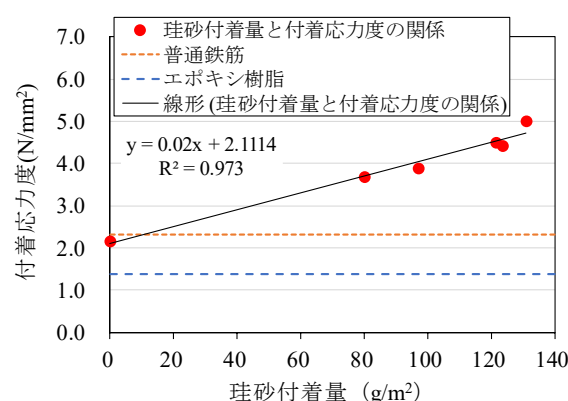


図-3 珪砂付着量と付着応力度の関係

参考文献

- 1) 片野啓三郎，竹田宣典：PVB 樹脂および珪砂を用いた高性能被覆鉄筋の開発，コンクリート工学年次論文集，Vol. 39，No. 1，2017. 7
- 2) 石田知子，片野啓三郎，福永和生，審良善和：PVB 樹脂および珪砂を用いた高性能被覆鉄筋の疲労に対する耐久性の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol. 41，No. 1，2019. 7
- 3) 土木学会：コンクリートライブラリー112 エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針 [改訂版]，2003. 11