

NSM 補強工法における付着性向上に関する検討

株式会社竹中土木 正会員 ○関 繭果, Shrestha Justin

新日鉄住金マテリアルズ株式会社 正会員 小森 篤也, 鈴木 宣暁

1. はじめに

NSM (Near Surface Mounted) 補強工法は、コンクリート構造物のかぶり部分にスリットを切削し、CFRP プレートなどの補強材を埋設する補強工法で、近年海外で普及し始めている。補強材を埋設することにより付着性が向上するという長所があるが、現行の一般的な NSM 工法 (CFRP プレートとエポキシ系接着剤) においても、補強材のはく離により破壊しており、補強材強度を十分に活用できていない¹⁾。そこで本研究では、NSM 工法における付着性向上の検討として、種々の補強材と充填材について付着試験を行って使用材料を選定するとともに、梁曲げ試験を行って補強効果について確認した。

2. 実験概要

2.1 付着試験

付着試験の供試体形状を図 1 に示す。供試体は、コンクリートブロックの表面に幅 5mm、深さ 15mm のスリットを切削し、補強材および充填材を注入して作成した。補強材は引張剛性が概ね同じ値になるように、寸法を調整した。コンクリートの配合は 30-12-20N、材齢 28 日の圧縮強度は 47.3N/mm²であった。万能試験機に供試体を固定し、補強材上部を

つかんで速度 1mm/s で上向きに引張荷重を与えて試験を行った。

試験ケースを表 1 に示す。補強材は CFRP 製のプレート、ストランドシートならびに炭素繊維シートのほか、付着性向上を目的として CFRP プレートに樹脂を塗布して珪砂を付着させた砂付きプレート、CFRP プレートの両面に CFRP プレート小片を貼り合わせたタブ付きプレートを用いた (図 2 参照)。充填材は、現行の NSM 工法で用いられるエポキシ系接着剤のほか、エポキシグラウト、高強度モルタル、ポリマーセメントモルタルを用いた。なお、ケース 1 は現行の一般的な NSM 工法で用いられる補強材と充填材の組み合わせである。

2.2 梁曲げ試験

梁曲げ試験の供試体形状を図 3 に示す。表 1 の試験ケースのうち、No.1, 2 および No.5~7 の補強材 (L=800mm) と充填材で梁の下面を補強し、4 点曲げ載荷を行って荷重と梁の下面中央の変位を計測した。また比較のために無補強の供試体についても実験を行った。供試体作成に使用したコンクリートの配合は 30-12-20N、材齢 28 日の圧縮強度は 41.2N/mm²であった。

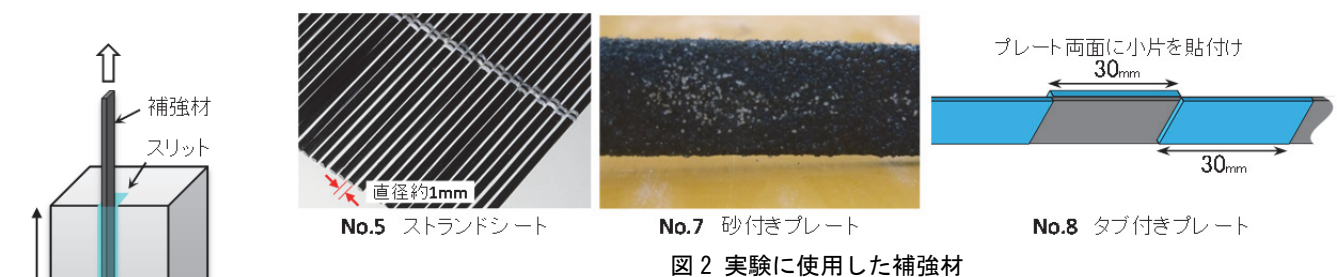


図 2 実験に使用した補強材

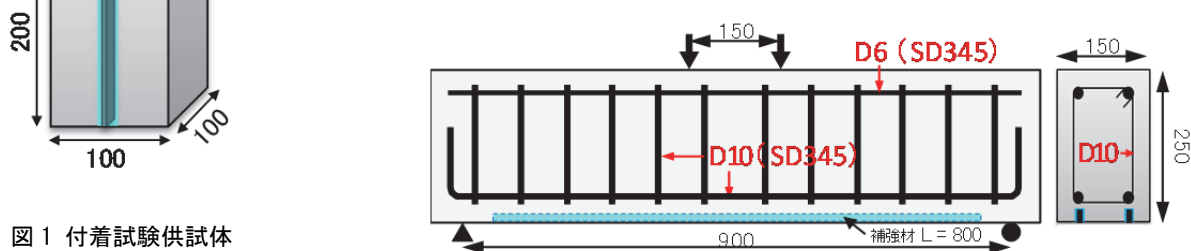


図 3 梁曲げ試験供試体

図 1 付着試験供試体

キーワード コンクリート構造物補強, NSM 工法, 付着試験, 梁曲げ試験

連絡先 〒136-8570 東京都江東区新砂 1-1-1 株式会社竹中土木 技術・生産本部 TEL: 03-6810-6215

表 1 試験ケース

記号	補強材	充填材	補強材物性		付着試験				梁曲げ試験		
			引張強度	引張弾性率	厚さ	幅	引張剛性 EA	試験数	厚さ	幅	引張剛性 EA
			N/mm ²	GPa	mm	mm	kN		mm	mm	kN
1 PI-EA	プレート(PI)	エポキシ系接着剤(EA)	2400	167	1	10	1670	3	1	10×2本	3340
2 PI-EG		エポキシグラウト(EG)							1	10×2本	3340
3 PI-HM		高強度モルタル(HM)							---	---	---
4 PI-PCM		ポリマーセメントモルタル(PCM)							---	---	---
5 St-EA	ストランドシート(St)	エポキシ系接着剤(EA)	3400	245	0.33	20	1632	3	0.33	20×2本	3264
6 Sh-EA	炭素繊維シート(Sh)		3400	245	0.167	40	1637		0.167	40×2枚	3274
7 Sd-EA	砂付きプレート(Sd)		2400	167	1	10	1670	2	1	10×2本	3340
8 Tb-EA	タブ付きプレート(Tb)								---	---	---

3. 実験結果

3.1 付着試験結果

付着試験結果を図4に示す。No.1：現行のNSMは最大荷重 11.90kN でプレート界面がはく離したのに対し、充填材では No.2：エポキシグラウト、補強材では No.5：ストランドシート、No.6：炭素繊維シート、No.7：砂付きプレートを用いたケースで最大荷重が 1.8 倍程度増加し、いずれも補強材の破断に達した。ストランドシートや炭素繊維シートは CFRP プレートに比べて接着面積が大きくなるため、付着性能が向上したと考えられる。一方、充填材に高強度モルタルやポリマーセメントモルタルを用いた No.3、No.4 ではプレート界面のはく離が生じ、最大荷重も低下した。No.8：タブ付きプレートは、最大荷重が 14.48kN に増加したものののはく離が生じており、期待した付着性向上効果は得られなかった。

3.2 梁曲げ試験結果

曲げ試験における荷重-たわみ関係を図5に示す。No.1：現行のNSMは最大荷重 106.8kN ではく離したのに対し、No.2：エポキシグラウト、No.5：ストランドシートおよび No.6：炭素繊維シートは最大荷重がそれぞれ 141.9kN、138.2kN、132.1kN となり、現行NSMに比べて最大荷重が2割以上増加した。No.5およびNo.6は補強材破断によって破壊した。No.2は補強材のはく離が観察されたものの、補強材のひずみ計測値は破断ひずみ(保証値)に達していた。No.7：砂付きプレートは、最大荷重 126.7kN で他のケースに比べて最大荷重の増加は小さく、補強材はく離が生じる結果と

なった。

4. まとめ

本実験の結果、CFRP プレートを補強材に用いる場合でもエポキシグラウトを充填材とするケースや補強材にストランドシート、炭素繊維シートを用いるケースにおいて、現行のNSM工法に比べて曲げ荷重の最大荷重が増加し、補強効果を向上させることができた。

参考文献

1) Renata Kotynia, Szymon Cholostiakow: New Proposal for Flexural Strengthening of Reinforced Concrete Beams Using CFRP T-Shaped Profiles, Polymers 2015, 7, 2461–2477, MDPI

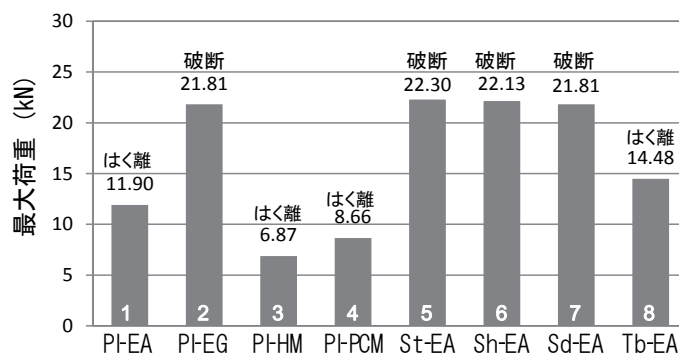


図4 付着試験結果

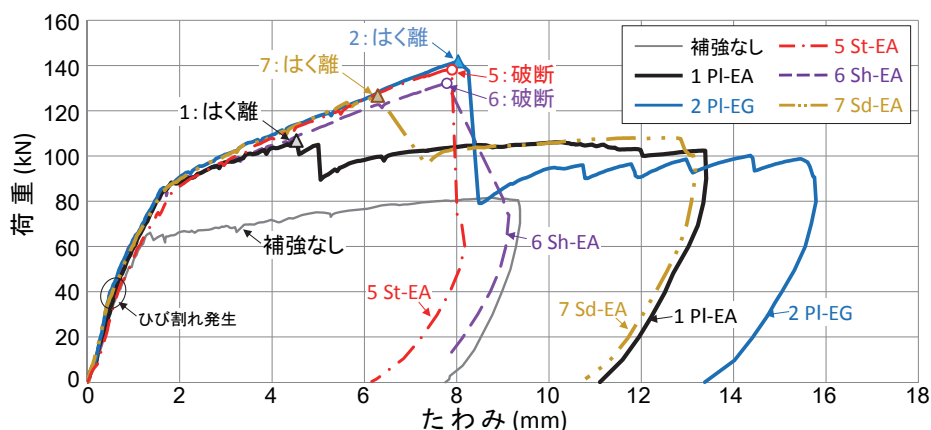


図5 梁曲げ試験結果