

竹繊維を混入した法面保護用吹付けモルタルの基礎的性状

徳島大学大学院 法人会員 ○藤好一男 徳島大学大学院 正会員 上田隆雄
 徳島大学 法人会員 丸尾有紀 徳島大学大学院 正会員 塚越雅幸

1. はじめに

法面（地山）におけるモルタル吹付工は、切土地山の風化や浸食を防止するとともに、外気・雨水等を遮断する効果が非常に高いことから広く用いられてきた。しかし、吹付工は施工直後から暴露されるため、気象条件や現場環境によってはひび割れや剥落が生じやすい。この対策として、短繊維を混入することでじん性やひび割れ分散性を高めた法面用吹付けモルタルの使用が増えている。また、国内に存在する竹林の多くは管理されずに放置されているという状況にあり、防災上も好ましくないことが指摘されている。そこで、本研究では竹繊維を法面保護用吹付けモルタルに混入した場合の基礎的性状を小型モルタル供試体で確認するとともに吹付け試験により実用可能性を検討することとした。なお、フライアッシュを混入することによる性能向上効果についても併せて検討した。

表-1 基礎物性試験用モルタル配合

2. 基礎物性試験

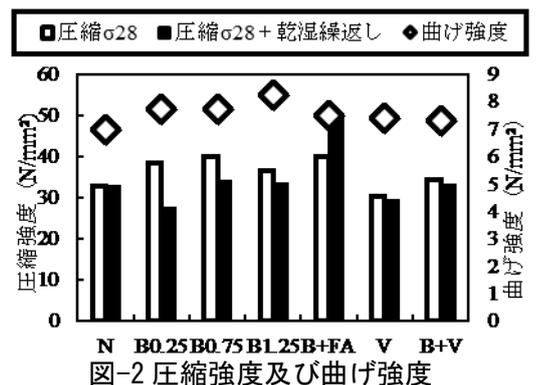
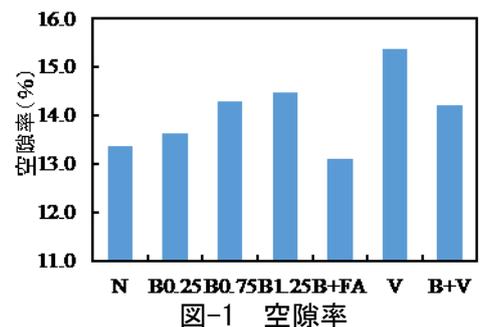
2.1 実験概要

実験で用いたモルタル配合を表-1に示す。材料の練混ぜについては、セメントの物理試験方法（JIS R 5201）に準じてモルタルミキサによる機械練りとした。本実験の湿式吹付け用モルタルは S/C=4.2 と大きく、流動性が極めて小さい固練りモルタルである。養生は室内気中で 28 日間保管し、空隙率、圧縮強度、曲げ強度、乾燥収縮ひずみを測定した。

2.2 実験結果および考察

材齢 28 日のモルタル空隙率の測定結果を図-1に、圧縮強度及び曲げ強度の測定結果を図-2に示す。これによると、竹繊維混入量が 0%の N 配合から 0.75%の B0.75 配合まで空隙率としては大きくなっているにも関わらず、圧縮強度は増大している。これは、養生条件が気中養生であったために吸水性の高い竹繊維に含まれる水分によるモルタル内部からの自己養生効果により、竹繊維を混入したモルタルで圧縮強度が増加したと推定される。一方で、繊維混入量が 1.25%（B1.25 配合）まで増加した場合には、図-1に示したように空隙率が増加することに加えて、練混ぜ時に繊維を十分に分散させることが困難になるため、圧縮強度は低下したものと考えられる。曲げ強度はすべての繊維混入配合の曲げ強度が N の値を上回っており、特に竹繊維混入量が最も多い B1.25 の曲げ強度が最も大きくなっている。これは、繊維材料が架橋効果によって曲げひび割れの進展に抵抗したことによると考えられる。

配合	繊維種別	繊維添加量 (%)	W/B(%)	単位量 (kg/m ³)				
				C	W	S	F	FA
N	—	—	55	400	220	1679	0	-
B0.25	竹繊維	0.25				1676	1.925	-
B0.75		0.75				1670	5.775	-
B1.25		1.25				1663	9.625	-
B+FA	竹繊維	0.75	32	400	220	1356	5.775	280
V	ビニロン繊維	0.75	55			1662	8.138	-
B+V	竹繊維	0.375				1,674	2.888	-
	ビニロン繊維	0.375					4.069	



3. 吹付け実験

3.1 実験概要およびリバウンド率の測定

吹付け実験は基礎物性試験の結果を踏まえ、配合ケースを N, B0.75, V, B+V, B+FA の 5 配合に絞って実施した。尚, B+FA 配合はフライアッシュの影響で粘性が高く、吹付けノズルが閉塞する可能性が高いと判断し、細骨材代替でのフライアッシュ置換率を 7%, W/B=45% に修正した。モルタル吹付け作業は実機プラントを用いて行い、吹付け方式は湿式吹付け方式とした。型枠に吹付けて 28 日養生が終わる少し前に、コアを切り出す方法で作製し、リバウンド率、圧縮強度、曲げ強度、付着強度を行った。モルタル吹付け時のリバウンド率の測定結果を図-3 に示す。これによると V 配合が最もリバウンド率が低い。B0.75 配合は N 配合から 10% 程度の低下であるが、B+V 配合は N 配合の値から 35% 程度低下している。この理由としては、混入量が 0.75% で一定であっても、ビニロン繊維直径が竹繊維の換算直径の 1/3 程度であるため単位モルタル容積当たりの本数がビニロン繊維の方が 10 倍程度多いことがリバウンド率に大きく影響したと考えている。また、フライアッシュを混和した B+FA 配合の値は N 配合から 30% 程度小さく、B0.75 配合からは 20% 程度低下した。これは、フライアッシュの混和によってフレッシュモルタルの粘性が向上し、吹付け時に型枠に付着しやすくなったことに加え、材料分離抵抗性が向上して竹繊維が均一に分散させられたことが原因と考えられる。

3.2 吹付けモルタルの強度-変形特性

材齢 28 日における曲げ強度と曲げタフネスの測定結果を図-4 に示す。各配合の曲げ強度は、図-2 に示した基礎物性試験の

際の曲げ強度より全体的に小さい。圧縮強度に関しては同程度の値となったが、曲げ強度の場合には、吹付け実験で作製した供試体の大きさが、基礎物性試験の際の供試体よりも大きいことや、吹付け時に微細な欠陥ができやすいことなどにより、吹付け実験の場合の方が小さい曲げ強度を示したものと考えられる。最も曲げタフネスが大きいのは V 配合で、強い架橋効果により、荷重-中央変位曲線にも 2 つのピークが見られた。竹繊維を用いた配合は、V 配合で見られた 2 つめのピークが見られず、最大荷重のピーク後、変位の増大とともにゆるやかに荷重が低下していた。現状の竹繊維ではビニロン繊維と同程度の曲げタフネスを得ることは困難であるが、ビニロン繊維との複合繊維配合やフライアッシュと併用することである程度の曲げじん性向上は可能となるものと考えられる。

吹付けモルタルと岩石片またはコンクリート平板との養生 28 日後（乾湿前）と養生 28 日後乾湿繰返しを行ったもの（乾湿後）の付着強度測定結果を図-5 に示す。岩石片はコンクリート平板よりも付着面が平滑であったため、付着界面の剥離破壊となり、付着強度は乾湿前 1.0N/mm^2 程度と比較的小さかった。これに対して、コンクリート平板の場合には、乾湿前 2.0N/mm^2 を超える実用上十分な値を示した。乾湿後の付着強度が岩石片の場合 0.5N/mm^2 程度、コンクリート平板の場合 1.0N/mm^2 程度低下した理由は、急激な乾湿環境下で付着界面が劣化したためと考えられる。乾湿後の付着強度でも B+V 配合は 1.64N/mm^2 、B+FA 配合は 2.1N/mm^2 と乾湿前同様、高い値を得ている。吹付け地山が凸凹、亀裂が多い岩盤および老朽吹付けのり面の補強において、既設吹付けモルタル上に新規モルタルを吹付ける場合には、B+FA 配合、B+V 配合の付着効果が高いと考えられる。

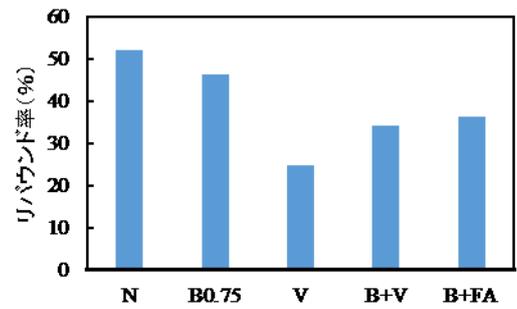


図-3 リバウンド率

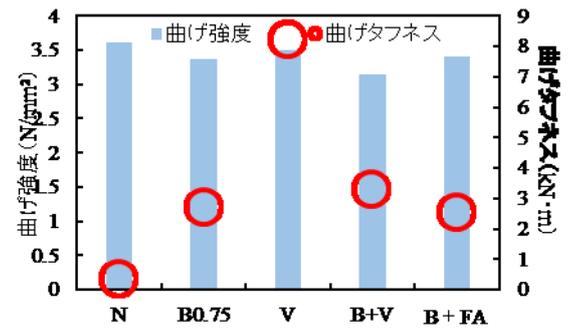


図-4 曲げ強度

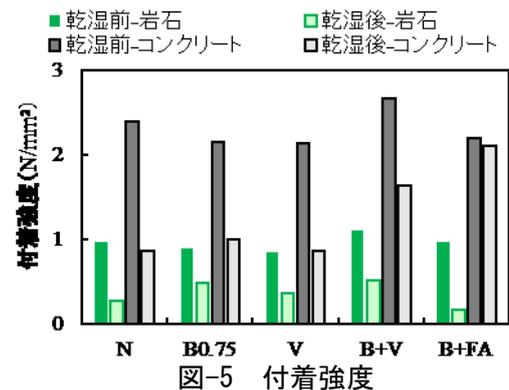


図-5 付着強度