

空港舗装用裏込めグラウトの高耐久化に関する検討

株式会社ピーエス三菱

正会員

○雨宮美子

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所

正会員

西田孝弘

三菱マテリアル株式会社

正会員

高原幸之助

1. はじめに

軟弱な沿岸部を埋め立てて建設された空港施設では、不等沈下した舗装版を復元するため、リフトアップ工法¹⁾が採用されてきた。本工法は、沈下した舗装版を専用の装置を用いてジャッキアップし所定の高さに復旧するものであり、舗装版と路盤間にできる隙間にはグラウトが充填される。過去に使用されてきたグラウトは航空機による繰返し載荷やそれに伴うさらなる地盤の沈下に加え雨水や地下水侵入によるグラウトの粉砕化・流失およびノロを含む白濁水の噴出が報告されていた。この対策として、水中不分離性の付与や短繊維が混入されたグラウトが開発され、使用されている²⁾。

空港舗装の修復では、施設のクローズ等の損傷が発生しないように、恒久的な対策に近い対応が求められており、グラウトについてもさらなる耐久性向上が求められている。本研究では所定の耐久性を有する従来品に繊維の追加およびポリマーの添加を試み、充填性、じん性向上、耐久性に及ぼす影響について検討した。

2. 裏込めグラウトの開発方針

本研究では従来のグラウト(繊維添加量：0.05vol.%, 長さ 3mm)に施工性が確保できる範囲内で繊維混入量の増加と、ポリマーの添加について検討する方針とした。開発のフローを図-1に示す。STEP1およびSTEP2は施工性を確認する目的とし、STEP3とSTEP4は耐久性を確認する目的として実施した。

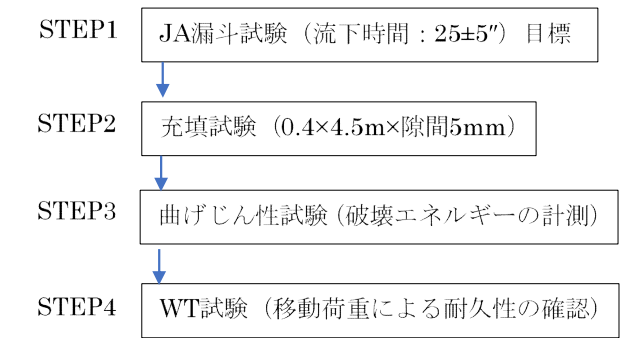


図-1 開発のフロー

3. 充填性確認試験

3.1 試験概要

図-1で示したSTEP1およびSTEP2で実施した試験ケースとフロー値を表-1に示す。繊維添加量(繊維長 3mm, 6mm)をパラメータとした。

Case1-2, 1-3, 1-4はフローの目標値である25±5秒以内を満たしたため、STEP2の試験を実施した。

試験状況を写真-1に示す。注入孔直下は10mm、その他は5mmの隙間とし、注入口から排出口までの幅0.4m長さ4.5mを自然流下による充填確認を行った。

表-1 試験ケースとフロー値

実験 Case	W/LU (%)	繊維 添加量 (vol.%)		フロー値 (S)
		長さ：3mm	長さ：6mm	
1-1	45	0.05	0.15	閉塞
1-2	50	0.05	0.10	27
1-3	50	0.05	0.05	27
1-4	50	0.25	—	25

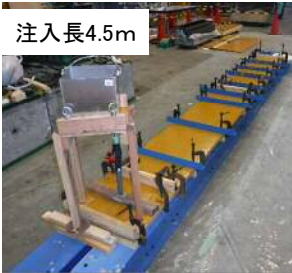


写真-1 試験状況



写真-2 Case1-4 充填完了状況

3.2 試験結果

充填性確認試験の結果、Case1-2については、グラウト注入口から3m到達した地点で閉塞が確認されたため試験を終了した。Case1-3および1-4については、注入口から排出口まで確実に充填されていることを確認した。Case1-4の充填状況を写真-2に示す。6mm繊維と比較すると、3mm繊維はグラウト中の分散性が良く、より多くの繊維を混入が可能であったため、3mm繊維を0.25vol.%混入することとした。

4. 曲げじん性確認試験

4.1 試験概要

破壊時のじん性確保を目的に、STEP3として繊維の添加量とポリマー添加の効果を検討した(供試体寸法：100×300×厚さ 20mm)。実験ケースおよび試験状況を表-2および写真-3に示す。

表-2 試験ケース

試験 Case	繊維 添加量 (vol.%)	ポリマー 添加量 (mass%)
2-1	0.05	0.0
2-2	0.25	0.0
2-3	0.25	5.0

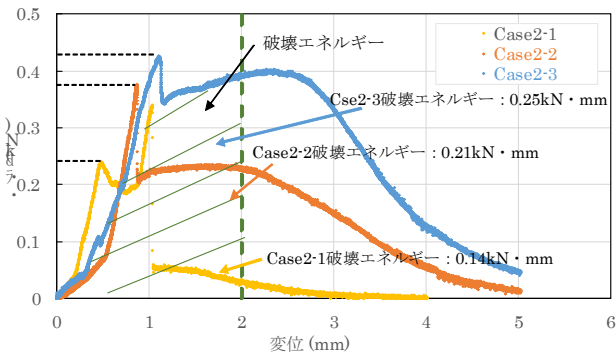


写真-3 試験状況

4.2 試験結果

各試験ケースの荷重と変位の関係を図-2に示す。繊維添加量が増加させたCase2-2およびCase2-3はCase2-1と比較し、ピーク荷重以降の荷重の降下がなだらかになっており、じん性が向上していることがわかる。その傾向はポリマーを添加したCase2-3のほうが大きいことを確認した。

変位が試験体支間の 1/150 となる 2mm までの荷重と変位の積の総和を破壊エネルギーとして算出した。その結果、従来のグラウトと同じ配合の Case2-1 は 0.14kN・mm に対し、Case2-2 は 0.21kN・mm、さらに Case2-3 は 0.25kN・mm となり、繊維とポリマーの補強効果を確認した。ひび割れ発生までは、ポリマー添加効果で変形性能が向上して、ひび割れ発生後は繊維の架橋効果でじん性が向上したと考えられる。



5. 耐久性確認試験

5.1 試験概要

移動荷重に対する耐久性の比較を行う目的に、ホイールトラッキング (WT) 試験装置 (道路用) ⁴⁾ を使用して実施した。載荷方法はトラバース載荷とし、グラウト表面まで水浸状態とした。走行回数は往復 2000 回を最大とし、グラウト材が粉砕化し、1mm 程度移動した時点で終了とした。試験状況を写真-4 に示す。

供試体種類は、前述の「4. 曲げじん性確認試験」と同様に表-2 とした。供試体材齢 7 日～8 日で試験を実施した。

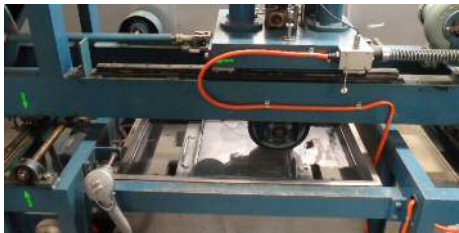


写真-4 WT 試験状況

5.2 試験結果

試験終了時のひび割れ分布状況を表-3 に示す。

Case2-1 に関しては載荷 1500 回の時点で、粉砕化したグラウトが 1mm 程度移動したため、実験を終了した。表面には多くの貫通ひび割れと角欠けが発生していることを確認した。

Case2-2 および Case2-3 は、ひび割れと表面にわずかな角かけが生じたものの 2000 回まで載荷しても、グラウトの移動は確認しなかった。繊維添加量を増加さ

せることにより、Case2-1 と比較すると損傷が少なくなることがわかった。

Case2-2 と Case2-3 を比較すると、Case2-3 のほうが、ひび割れ密度が小さいことが確認できた。ポリマーを添加することにより、さらなる粉砕化抑制効果が期待できることを確認した。

表-3 WT 試験終了状況

Case	ひび割れ発生状況	ひび割れ密度														
2-1 (1500 回で 終了)		<table><tr><th>ひび割れ幅</th><th>延長cm</th></tr><tr><td>0.1mm</td><td>384</td></tr><tr><td>0.2mm</td><td>157</td></tr><tr><td>0.4mm</td><td>1</td></tr><tr><td>合計cm2</td><td>7.02</td></tr><tr><td colspan="2">ひび割れ密度</td></tr><tr><td colspan="2">0.018</td></tr></table>	ひび割れ幅	延長cm	0.1mm	384	0.2mm	157	0.4mm	1	合計cm2	7.02	ひび割れ密度		0.018	
		ひび割れ幅	延長cm													
0.1mm	384															
0.2mm	157															
0.4mm	1															
合計cm2	7.02															
ひび割れ密度																
0.018																
2-2 (2000 回で 終了)		<table><tr><th>ひび割れ幅</th><th>延長cm</th></tr><tr><td>0.1mm</td><td>262</td></tr><tr><td>0.2mm</td><td>41</td></tr><tr><td>0.4mm</td><td>0</td></tr><tr><td>合計cm2</td><td>3.44</td></tr><tr><td colspan="2">ひび割れ密度</td></tr><tr><td colspan="2">0.009</td></tr></table>	ひび割れ幅	延長cm	0.1mm	262	0.2mm	41	0.4mm	0	合計cm2	3.44	ひび割れ密度		0.009	
		ひび割れ幅	延長cm													
0.1mm	262															
0.2mm	41															
0.4mm	0															
合計cm2	3.44															
ひび割れ密度																
0.009																
2-3 (2000 回で 終了)		<table><tr><th>ひび割れ幅</th><th>延長cm</th></tr><tr><td>0.1mm</td><td>67</td></tr><tr><td>0.2mm</td><td>4</td></tr><tr><td>0.4mm</td><td>0</td></tr><tr><td>合計cm2</td><td>0.75</td></tr><tr><td colspan="2">ひび割れ密度</td></tr><tr><td colspan="2">0.002</td></tr></table>	ひび割れ幅	延長cm	0.1mm	67	0.2mm	4	0.4mm	0	合計cm2	0.75	ひび割れ密度		0.002	
		ひび割れ幅	延長cm													
0.1mm	67															
0.2mm	4															
0.4mm	0															
合計cm2	0.75															
ひび割れ密度																
0.002																

6. まとめ

従来のグラウト材に基づき、繊維混入量を 0.05vol.% から 0.25vol.% に増加させ、ポリマーを添加することにより、充填性を確保しつつ曲げじん性や粉砕化に対する抵抗性を向上した高耐久な裏込めグラウト材を開発した。

参考文献)

1) 運輸省港湾技術研究所: 港湾技術研究所報告, Vol.28, No.2, pp.49-76, 1986.06

2) 早野公敏・北詰昌樹・青山敏幸・中野正一・宮脇賢司: 空港 PC 舗装版下に用いるグラウト材の高耐久化に関する検討, 土木学会論文集, Vol.12, pp.173-183, 2007.12

3) 前川亮太・河村直哉・諸橋克敏・志道昭郎・神谷清志: 空港エプロン舗装における PC 版裏込めグラウト材の耐久性向上に関する研究, 土木学会論文集, Vol.67, No.3 (舗装工学論文集), I_137-I_145, 2011

4) 社団法人 日本道路協会: 舗装試験法便覧別冊 (暫定試験方法), pp.117-133, 1996.10