

表面被覆におけるジオポリマーの接着特性に関する配合検討

大阪市立大学大学院 学生員 ○松本 晃生
GPI 正会員 村上 博紀

大阪市立大学大学院 学生員 高橋 千里
大阪市立大学大学院 正会員 角掛 久雄

1. 研究背景

高度成長期に大量に建設されたインフラ構造物は老朽化による補修が必要不可欠である。そのため、長寿命化のためのコンクリート補修は重要であり、本研究では表面被覆工法の新たな被覆材料として耐酸性、耐火性に優れるジオポリマーに着目した。

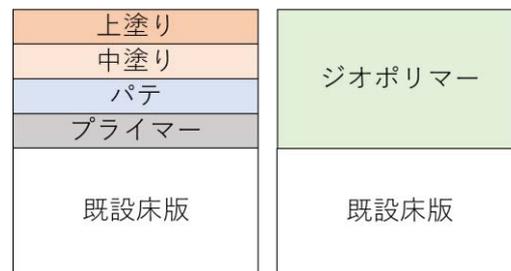
1988年に提唱されたジオポリマー(以下、GPと呼ぶ)とは活性フィラー(以下、粉体と呼ぶ)とアルカリシリカ溶液(以下、溶液と呼ぶ)の反応によって形成される非晶質の縮重合体の総称である。産業廃棄物の有効利用が可能のためセメントの代替材料として期待されており、現在はジオポリマーコンクリートとして開発や実用化が進められている¹⁾。

2. 研究目的

GPは配合によって適切な粘性に調整可能なためひび割れの補修が期待できる。さらに、被覆時の工程を短縮できる可能性(図1(b))が考えられる。しかし、GPは表面被覆材料として使用された実績はなく、接着特性に関する知見はない。そこで本研究ではGPの配合に対する既設コンクリートへの接着特性について検討を行った。

3. 試験概要

コンクリート平板にGPを塗布した供試体を20℃、湿度65%で養生し、材齢7日後に引張接着試験を行った。GPの配合は表1の通りである。配合1~9は粉体にフライアッシュ2種のみを使用し、溶液は配合1をベースにコロイダルシリカの割合、ケイ酸カリウム1号、2号の割合、W/Pについて検討を行った。配合10~14は粉体に高炉スラグ6000のみを使用し、アルカリ度の違い、骨材の有無について検討を行った。配合15~21は粉体にフライアッシュと高炉スラグを3:7の割合で使用し、溶液のケイ酸カリウム1号、2号の割合、コロイダルシリカについて検討を行った。配合22~24は粉体にフライアッシュと高炉スラグを7:3の割合で使用し、溶液の



(a) 従来工法 (b) 本工法

図1 表面被覆工法

表1 GPの配合

名称	粉体		骨材 珪砂7号	溶液		W/P	塗布量 (kg/m ²)	試験実施	
	フライアッシュ 2種	高炉スラグ 6000		ケイ酸カリウム 1号	コロイダル シリカ 2号				
配合1	10.0			2.5	5.0	2.5	1.00	2.67	
配合2	10.0			1.7	3.3	5.0	1.00	2.67	
配合3	10.0			3.3	6.7		1.00	2.67	
配合4	10.0				7.5	2.5	1.00	2.67	
配合5	10.0			3.8	3.8	2.5	1.00	2.67	
配合6	10.0			5.0	2.5	2.5	1.00	2.67	
配合7	10.0			3.0	6.0	3.0	1.20	2.67	
配合8	10.0			2.0	4.0	2.0	0.80	2.67	
配合9	10.0			1.5	3.0	1.5	0.60	2.67	
配合10		10.0		7.2	1.8		0.90	3.13	×
配合11		10.0		6.3	2.7		0.90	3.13	×
配合12		10.0	5.0		9.0		0.90	1.60	
配合13		10.0	10.0		9.0		0.90	1.46	
配合14		10.0	10.0		12.0		1.20	1.60	
配合15	3.0	7.0		7.2	1.8		0.90	3.13	×
配合16	3.0	7.0		6.3	2.7		0.90	3.13	×
配合17	3.0	7.0		5.4	3.6		0.90	3.13	×
配合18	3.0	7.0		4.5	4.5		0.90	3.13	
配合19	3.0	7.0		2.7	6.3		0.90	3.13	
配合20	3.0	7.0		5.6	2.4		0.80	3.29	×
配合21	3.0	7.0		6.3		2.7	0.90	3.13	×
配合22	7.0	3.0		6.3	2.7		0.90	3.13	×
配合23	7.0	3.0		5.4	3.6		0.90	3.13	
配合24	7.0	3.0		4.5	4.5		0.90	3.13	

ケイ酸カリウム1号、2号の割合について検討を行った。ここで、W/Pとは粉体に対する溶液の割合のことである。また、塗布量は膜厚が1mm程度となるように調整した。試験前にひび割れが発生し、試験が行えなかった供試体は表1に×印で示している。

4. 試験結果

引張接着試験結果を図2に示す。

(1)粉体がフライアッシュのみ(配合1~9)

配合1~3より、コロイダルシリカの割合は配合1が最も接着強度が大きくなる結果となった。また、配合1、2は配合3と比べて施工性が良くなった。コロイダルシリカの粘度が他の溶液と比べて小さいため施工性が向上したと考えられる。配合2はコロイダ

キーワード 表面被覆, ジオポリマー, 配合, 接着特性

連絡先 〒558-8585 大阪府大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学 TEL: 06-6605-2723

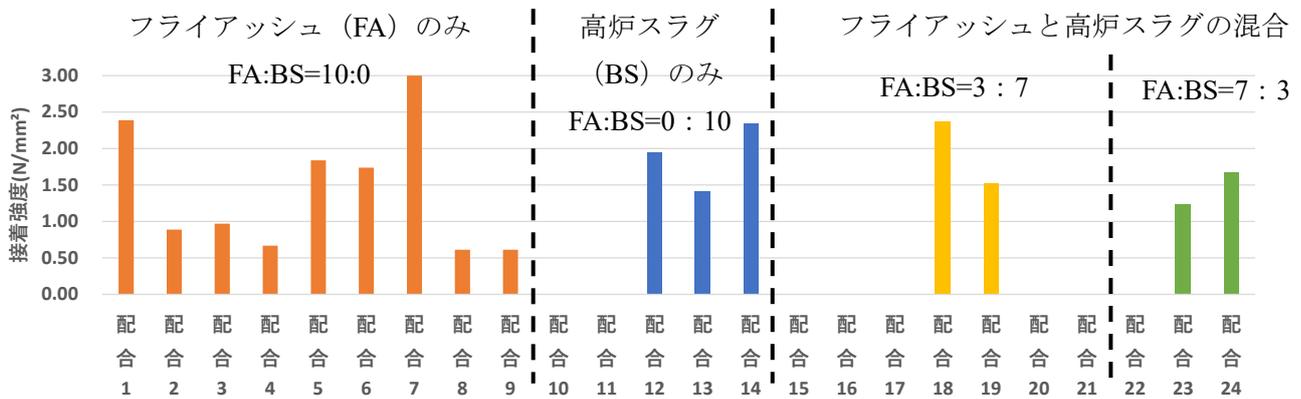


図2 各GP配合の引張接着試験結果

ルシリカを添加しすぎたこととケイ酸カリウム1号の割合が小さくなったことによって接着強度が小さくなった可能性が考えられる。

配合1, 4~6より, ケイ酸カリウム1号と2号の割合が0:1の配合4が最も接着強度が小さく, 1:2の配合1が最も接着強度が大きく, ケイ酸カリウム1号の割合を大きくすると接着強度が小さくなる結果となった。ケイ酸カリウム1号のほうが2号よりも濃度が高いため, 配合4ではGPの反応が遅くなったと考えられる。また, ケイ酸カリウム1号のほうが2号よりも粘度が高いため, 配合5, 6ではコンクリート平板に浸透しにくかったと考えられる。

配合1, 7~9より, W/Pが大きいほど接着強度が大きくなることが分かった。これは溶液を多くすることでコンクリート平板に浸透しやすくなったためと考えられる。

(2)粉体が高炉スラグのみ (配合10~14)

配合10, 11は高炉スラグが乾燥収縮の大きい材料であるためひび割れが発生したと考えられる。配合12, 13より骨材を増やすことで接着強度が小さくなることが分かった。配合13, 14より骨材の割合を増やしても溶液を増やすことで接着強度が大きくなることが分かった。

(3)粉体が混合 (配合15~24)

配合15~17は高炉スラグの割合が大きく, 乾燥収縮の影響が大きいとひび割れが発生したと考えられる。配合18, 19はケイ酸カリウム1号の割合を少なくしたことでGPの反応が遅くなり, ひび割れが発生しなかったと考えられる。また, 配合20より溶液の割合を小さくしてもひび割れが発生した。配合16, 21より, ケイ酸カリウム2号をコロイダルシリカに置換すると両方ともひび割れが発生するが, 配

合21のほうが指触乾燥は3時間程度早かった。これはコロイダルシリカにより粘度が小さくなったことが原因として考えられる。

配合22より, 粉体中の高炉スラグの割合を小さくしてもひび割れが発生することが分かった。配合22~24よりケイ酸カリウム1号の割合を小さくすればひび割れが発生しないが, 配合18, 24を比べると配合24のほうが接着強度は小さくなっている。これは高炉スラグが初期強度に影響しているためと考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 粉体がフライアッシュのみの場合, コロイダルシリカを少量添加することで粘度が下がり, 接着強度が増加する。溶液に対するケイ酸カリウム1号の割合が大きすぎると, GPの反応は速くなるが, 粘度が高くなり, 接着強度が小さくなる。W/Pが大きいほど接着強度が増加する。
- 2) 粉体が高炉スラグのみの場合, 高炉スラグは乾燥収縮が大きくひび割れが発生しやすい。骨材を混入することでひび割れを抑制できるが量が多いと接着強度が小さくなる。しかし, 溶液を増やすことで接着強度は大きくなる。
- 3) 粉体がフライアッシュと高炉スラグの混合の場合, 粉体に対する高炉スラグの割合を少なくしてもひび割れが発生する。しかし, ケイ酸カリウム1号の割合を少なくし, GPの反応を遅らせることでひび割れが発生しなくなる。

参考文献

- 1) 原田ら: ジオポリマーモルタルの耐久性に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1937-1942, 2011