

大阪市立大学 工学部 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 遠藤 輝
大阪市立大学大学院 正会員 角掛 久雄

1. 研究背景

高速道路などのコンクリート床版では雨水などの複合的要因によって床版上面が砂利化する事例が多く報告されている。この劣化部を除去し、図-1(a)のように有機系接着剤を用いて断面修復が行われている。しかし、除去することにより床版の接着界面において新たに脆弱部が生じ、再劣化する場合がある¹⁾。そこで、本研究では新たな接着剤の開発のため、有機系よりも耐久性の高い無機系材料であ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)とは活性フィラーとアルカリシリカ溶液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²⁾。

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脆弱部の修復が期待でき、有機系接着剤とは異なり透気性がある。さらに、補修時の工程を3工程から2工程(図-1(b))に短縮できる可能性が考えられる。しかし、GPは接着剤の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接着剤への適用性を検討するため、接着特性の基礎資料を得ることを目的に試験を行った。

3. 試験概要

事前に検討したGP接着剤の配合から比較的接着強度のある2つの配合(表-1)を対象に引張接着試験(図-2)、一面せん断試験(図-3)を行った。配合①ではアルカリシリカ溶液としてよく用いられる材料を使用し、配合②では別の材料を使用した。配合①、②の塗布量はそれぞれ膜厚が1mm以上となる 1.59kg/m^2 、 3.32kg/m^2 を標準量とした。

断面修復材	断面修復材
有機系接着剤	ジオポリマー製無機接着剤
プライマー	
既設コンクリート	既設コンクリート

(a)有機系接着剤で補修 (b)GP接着剤で補修

図-1 各接着剤で補修した床版断面図

表-1 GP接着剤の各配合の重量比

	活性フィラー			アルカリシリカ溶液	塗布量 (kg/m^2)
	高炉スラグ	フライアッシュ	珪砂		
配合①	3	2	5	5.6	1.59
配合②				3	3.32



図-2 引張接着試験



図-3 せん断試験概要

(1) 引張接着試験

300×300×100mmのコンクリート平板にGP接着剤を塗布し、ポリマーセメントモルタル(PCM)を打設したものを供試体とした。断面修復材を打設するタイミング、GP接着剤の適切な塗布量、長期的な接着強度を検討するため、PCMの打設待機時間、GP接着剤の塗布量、材齢をパラメータとして、1供試体につき5か所で試験を行った。打設待機時間30分、標準塗布量、材齢14日を基準として検討した。なお、打設待機時間をGP接着剤の練り混ぜからPCMを打設するまでの時間と定義した。以降、接着強度は最大値と最小値を除いた3つの平均値とする。

(2) 一面せん断試験

100×100×100mmのコンクリートブロックにGP

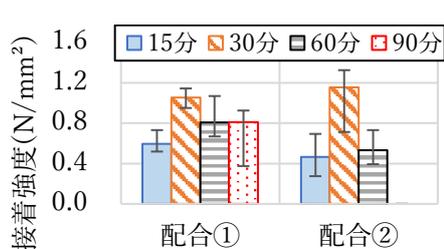


図-4 打設待機時間と接着強度
の関係

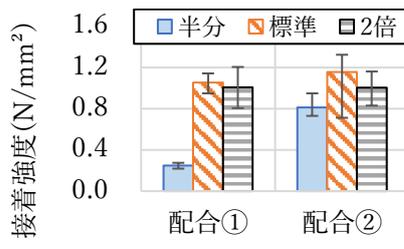


図-5 塗布量と接着強度
の関係

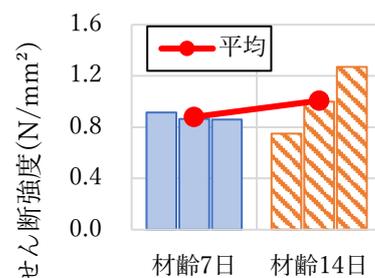


図-7 せん断試験結果

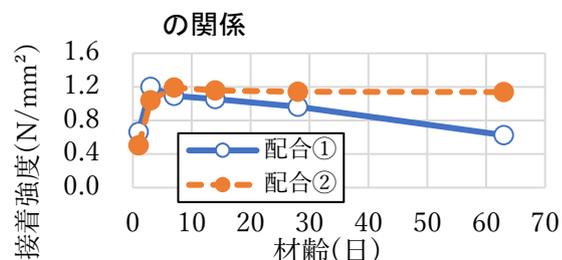


図-6 材齢と接着強度の関係

接着剤を塗布し、PCMを打設する。養生後、PCM打設面にエポキシ系接着剤を用いて同形状のコンクリートを取り付けたものを供試体とし、打設待機時間30分、標準塗布量として材齢7、14日の供試体でそれぞれ3体ずつ試験を行った。

4. 試験結果

(1) 引張接着試験

打設待機時間と接着強度の関係を図-4に示す。配合①は30分が最も接着強度が大きくなり、15分、60分、90分は30分と比べ低下した。配合②でも同様の結果となったが、90分は試験前に破壊した。よって配合によらず、打設待機時間を長くすると最大接着強度まで増加するが、それ以降は低下すると考えられる。また、練り混ぜてから30分後のGP接着剤の乾燥状態は配合①では端部が少し乾燥しており中央部は乾燥していなかったが、配合②では全面的に少し乾燥していた。

図-5に塗布量と接着強度の関係を示す。配合①は標準量が最も接着強度が大きかった。また、半分量の接着強度は標準量と比べ低下したが、2倍量はほとんど変わらなかった。配合②も同様に標準量が最も接着強度が大きく、半分量の接着強度は低下するが、2倍量は接着強度の増加がみられなかった。以上より配合によらず塗布量を少なくすると接着強度は低下するが、多くしても接着強度は増加しないことがわかった。よってGP接着剤の膜厚は1mm以上であれば良いと考えられる。

図-6に材齢と接着強度の関係を示す。配合①では材齢3日で接着強度が最大となり、それ以降は低下していった。配合②では材齢7日で接着強度が最大になり、それ以降の接着強度は一定になった。これより配合によって強度発現の傾向が異なることがわかった。また、配合①の材齢1日の破壊形式はGP接着剤の凝集破壊、材齢3~28日はGP接着剤とPCMの界面破壊、材齢63日はGP接着剤とコンクリート平板の界面破壊であった。よって、配合①は材齢経過とともにGP接着剤とPCMとの接着力は低下していくと考えられる。以上より配合によって断面修復材との適合性は異なると考えられる。

(2) 一面せん断試験

引張接着試験で材齢7日以降も接着強度が一定となったGP接着剤の配合②のみで検討した。図-7にせん断試験結果を示す。材齢14日の平均せん断強度は材齢7日より1割程度増加し、せん断強度に対しても配合②は材齢による影響が小さいと考えられる。

5. まとめ

GP接着剤は、配合によらず打設待機時間を長くすると接着強度は低下し、膜厚が1mm以上となる塗布量が必要であることは変わらないが、配合によって適切な打設タイミング、強度発現の傾向、断面修復材との適合性には違いがみられた。

これらの結果を踏まえ、GP接着剤の配合などを変更し、接着性の向上を目指し検討を行う。

参考文献

- 渡邊ら：コンクリート打継面の内部に生じた脆弱部および微細ひび割れの補修方法に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.34，No.1，pp.1660-1665，2012
- 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