

ジオポリマーコンクリートと鉄筋との付着特性に関する基礎的研究

九州大学 学生会員 ○太田 周 九州大学大学院 正会員 佐川康貴
西松建設(株) 正会員 原田耕司 大阪ガス(株) 正会員 大西俊輔

1. はじめに

ジオポリマーコンクリートは、フライアッシュの有効利用方法として注目されているが、加熱養生により強度発現することから、主にプレキャストコンクリートとしての利用が見込まれている。近年は、梁などの構造部材への適用に向けた実用研究も行われている。本研究では、ジオポリマーコンクリートと鉄筋との付着特性を明らかにするため、引抜き試験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

活性フィラーには、フライアッシュと高炉スラグ微粉末(BFS)を使用し、フライアッシュはJIS A 6201のII種に相当するFA-2(密度 2.32g/cm³, 比表面積 4310cm²/g, 強熱減量 3.7%)および強熱減量がJIS標準外のFA-L(密度 2.27g/cm³, 比表面積 5400cm²/g, 強熱減量 11.6%)の2種類を使用した。GP溶液(GPW)は、水ガラスと苛性ソーダを混ぜ、密度を 1.40g/cm³に調整したもの(東曹産業(株)製, ナトリウム系)を使用した。骨材には、細骨材として珪砂(S), 粗骨材として碎石G1(5-10mm), G2(10-20mm)を使用した。また、ジオポリマーコンクリート(GP)との比較を目的として、普通ポルトランドセメント使用の普通コンクリート(OPC)も作製したが、骨材はGPと同じものを使用した。混和剤には、AE減水剤としてリグニンスルホン酸化合物とポリオール複合体(Ad)とAE剤としてアルキルエーテル系陰イオン界面活性剤(AE)を使用した。

2.3 配合および加熱養生条件

GPの配合を表-1に示す。2-7018はFA-2を用い、最高温度70℃で18時間保持の加熱養生を行ったもの、L-7024はFA-Lを用い、最高温度70℃で24時間保持の加熱養生を行ったものである。図-1に加熱養生の条件を示す。OPCの配合を表-2に示す。28日圧縮強度がGPと同程度になるように、W/C=60%とした。また、OPCは加熱養生を行わなかった。脱型後、全ての供試体を20℃, 60%R.H.の雰囲気中で気中養生し、材齢28日で試験に供した。また、表-3に材齢28日におけるそれぞ

れの強度特性を示す。GPの静弾性係数がOPCと比較して小さいことが分かる。

2.4 引抜き試験

付着強度試験はJSCE-G 503「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法(案)」を参考にして行った。供試体は一边の長さ100mmの立方体(以下、C1供試体と呼ぶ)とし、鉄筋はD16(SD295A)を使用した。また、既往の研究¹⁾において、ジオポリマーモルタルで同様の付着強度試験を行った際、割裂引張破壊により終局に至ったため、本研究で、鉄筋の種類および付着長はそのままにし、供試体の一边の長さを200mmにしたもの(以下、C2供試体と呼ぶ)を追加で作製し、破壊性状や最大付着応力度に及ぼす影響を調べた。非付着長部分には軟質ビニール管(ホース)を使用した。

表-1 ジオポリマーコンクリートの配合

配合名	単位量(kg/m ³)					
	GPW	FA	BFS	S	G1	G2
2-7018	330	353	152	559	329	517
L-7024	379	281	191	536	318	501

表-2 比較用コンクリートの配合

配合名	単位量(kg/m ³)					Ad (g)	AE (ml)
	W	C	S	G1	G2		
OPC	170	283	850	375	587	885	8.5

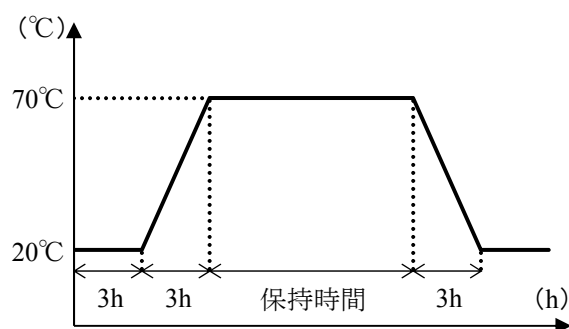


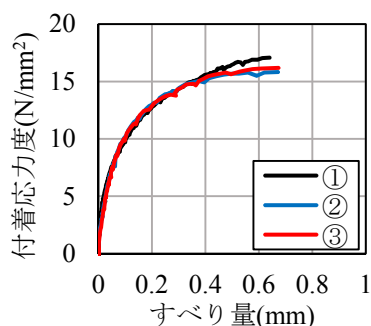
図-1 加熱養生条件

表-3 強度特性(材齢28日)

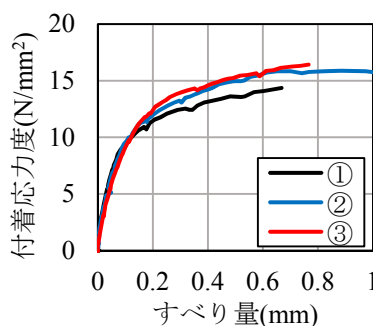
	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	割裂引張強度 (N/mm ²)
2-7018	33.6	15.4	2.12
L-7024	27.8	12.7	2.03
OPC	31.1	30.1	2.46

表-4 引抜き試験結果

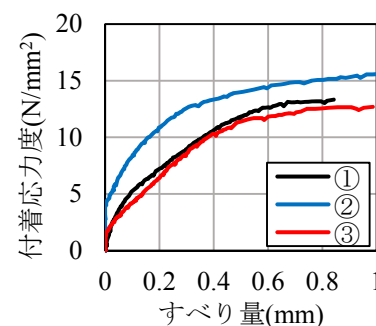
	C1 供試体			C2 供試体		
	2-7018	L-7024	OPC	2-7018	L-7024	OPC
すべり量が 0.002D における 付着応力度(N/mm ²)	5.26	5.72	5.37	5.75	4.83	3.49
最大付着応力度(N/mm ²)	9.70	10.5	12.6	16.4	15.6	13.9
終局時のすべり量(mm)	0.215	0.229	0.433	0.662	0.862	1.009



(a) 2-7018



(b) L-7024



(c) OPC

図-2 付着応力度とすべり量の関係 (C2 供試体)

3. 実験結果および考察

表-4 に引抜き試験結果を、図-2 に C2 供試体の付着応力度とすべり量の関係を示す。まず、C1 供試体と C2 供試体の結果を比較すると、GP および OPC 共に、C2 供試体の最大付着応力度が大きくなった。特に、GP では約 1.5~1.7 倍増加しており、付着長が同じである場合、供試体寸法が大きくなれば、最大付着応力度も大きくなることが分かった。これは、C1 供試体が割裂破壊で終局したためであると考えられる。写真-1 に終局時の状況を示すが、C1 供試体では GP および OPC 共にすべての供試体でコンクリートの割裂破壊が確認されたが、C2 供試体では小さなひび割れも確認できなかった。この結果から、C1 供試体の方では、鉄筋の引抜きよりも割裂破壊が先行して起きたため、最大付着応力度が C2 供試体と比較して小さくなったと考えられる。

次に、GP と OPC の結果を比較すると、C1 供試体では最大付着応力度が OPC の方が大きくなったが、C2 供試体では GP の方が大きくなった。これは、表-3 に示すように、GP の割裂引張強度が OPC と比較して小さいことに起因すると考えられる。そのため、割裂が先行して起きた C1 供試体では、GP の方が OPC よりも早く終局を迎え、最大付着応力度が小さくなったと考えられる。また、割裂を起こさなかった C2 供試体では、GP の方が最大付着応力度が大きいことから、鉄筋との純



(a) C1 供試体



(b) C2 供試体

写真-1 終局時の状況

粋な付着力は GP の方が OPC よりも優れていると考えられる。

また、GP の 2-7018 と L-7024 を比較すると、最大付着応力度はほぼ同程度であることから、強熱減量が高い FA を使用しても、GP の付着特性に与える影響は小さいことが明らかとなった。

4. まとめ

- (1) 付着長が同じ場合、供試体寸法を大きくすると、割裂破壊が起きず、最大付着応力度も大きくなる。
- (2) GP と OPC を比較すると、供試体が割裂しない場合は GP の方が付着特性が優れる。
- (3) FA の強熱減量が GP の付着に与える影響は小さい。

参考文献

- 1) 太田周, 佐川康貴, 原田耕司, 西崎丈能: ジオポリマーモルタルと鉄筋との付着特性に関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, pp.2313-2318, 2016