

石灰石微粉末がコンクリートのひび割れ抵抗性に及ぼす影響に関する基礎研究

大林組技術研究所 正会員 平田 隆祥
 大林組技術研究所 正会員 竹田 宣典
 大林組技術研究所 正会員 十河 茂幸

1. はじめに

近年、石灰石微粉末は、コンクリートのワーカビリティやブリーディングの改善、あるいは締固め不要コンクリートの粘性や発熱を制御する目的で使用される事例が増加している。石灰石微粉末の性質は、一般に化学的に安定・不活性で粒子形状が立方体や球形に近く、コンクリートに使用した場合の圧縮強度の改善効果が報告¹⁾されている。しかし、不活性な石灰石微粉末を多量に用いた場合の、結合材と骨材との界面付着力については十分に説明されておらず、コンクリートのひび割れ抵抗性への影響は把握されていない。

本実験では、石灰石微粉末を用いたコンクリートの拘束収縮ひび割れ抵抗性・乾燥収縮、および強度・静弾性係数の発現性について実験的に検討を行った。

2. 実験の概要

2.1 コンクリートの材料および配合

表-1に実験に用いた材料を示す。細骨材は、0.3mm以下の微粒分の少ない海砂と山砂を混合したものをを用いた。石灰石微粉末は、細骨材に容積置換し、単位量を最大150kg/m³まで変化させた。図-1に骨材と石灰石微粉末の粒度分布を示す。表-2に配合とフレッシュコンクリートの試験結果を示す。

2.2 試験項目・試験方法及び供試体の養生方法

表-3に試験項目および試験方法を示す。強度試験用供試体は、材齢2日まで温度20℃で湿布養生し、材齢3日以降標準養生を行った。長さ変化試験用供試体及び乾燥収縮ひび割れ試験用供試体は、材齢7日まで温度20℃で供試体をビニールシートで覆い、材齢8日以降、温度20℃・湿度60%の条件下に静置した。

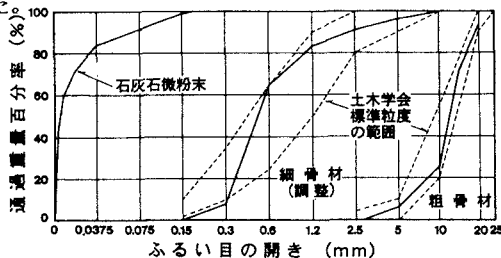


図-1 骨材と鉱物質微粉末の粒度分布

表-2 配合およびフレッシュコンクリートの試験結果

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							S.L. (cm)	Air (%)	U.W. (t/m ³)	Temp (℃)	リ-ジグ率 (%)	凝結時間 (h:min)	
			W	C	Lf	S1	S2	G	Ad. (%)						始発	終結
①	60.0	40.0	168	280	0	433	288	1109	0.25	13.0	3.8	2.27	18.5	6.76	8:05	10:50
②					30	416	277		0.24	13.0	3.5	2.28	18.8	4.48	7:25	10:15
③					60	399	266		0.24	12.5	3.5	2.29	18.1	2.94	7:00	9:25
④					150	348	232		0.22	11.5	4.5	2.27	18.5	2.67	5:50	8:15

表-1 使用材料

材料	記号	物理的性質
セメント	C	高炉セメントB種:JIS R 5211 規格品 :比重 3.04, 比表面積 3790 cm ² /g
細骨材	S1	香川県産木産海砂:比重 2.56 吸水率 1.83%, 粗粒率 2.22
	S2	木更津産山砂:比重 2.60 吸水率 1.98%, 粗粒率 3.03
粗骨材	G	青森産砕砂:最大寸法 20mm, 比重 2.64, 吸水率 0.78%, 粗粒率 6.76
石灰石微粉末	Lf	比重 2.73, 比表面積 5400 cm ² /g
AE減水剤	Ad.	リグニンスルホン酸系

表-3 測定項目および試験方法

測定項目	試験方法
フレッシュコンクリート	スランブ JIS A 1101に準拠
	空気量 JIS A 1128に準拠
	練上り温度 デジタル式温度センサーにて測定
	ブリーディング率 JIS A 1123に準拠
	凝結時間 JIS A 6204付属書1に準拠
硬化コンクリート	圧縮強度 JIS A 1108に準拠, 材令 7, 28, 91日
	引張強度 JIS A 1113に準拠, 材令 7, 28, 91日
	静弾性係数 JSCE-1988 案に準拠
	単位容積質量 強度試験用供試体の質量・寸法で算定
	長さ変化 JIS A 1129に準拠 (材令 7日から測定)
	乾燥収縮係数 JIS 原案に準拠 (材令 7日から測定)

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュコンクリートの性状及び強度特性

表-2に示す様に石灰石微粉末の添加量が増すとブリーディング率は減少し、凝結時間は早くなった。また、表-4に示す様に石灰石微粉末を添加した場合、無添加の配合に比べて材齢28日で圧縮強度は10～15%、引張強度は5%程度増加した。

3.2 長さ変化

図-2、図-4に示す様に材齢60日において自由収縮ひずみは、石灰石微粉末の添加量が30kg/m³の時最大値を示し、30kg/m³以上では石灰石微粉末の添加量の増加に伴って減少した。一方、重量減少率は、30kg/m³以上の場合、石灰石微粉末の添加量の違いによる差は少なかった。従って、石灰石微粉末を添加した場合の自由収縮ひずみは、乾燥収縮以外の要因による影響もあると考えられる。

3.3 乾燥収縮ひび割れ

図-3、図-4に示す様に石灰石微粉末が無添加の場合、ひび割れ発生日はばらつき、明確な傾向は見られなかった。一方、石灰石微粉末を添加した場合は、添加量の増加に伴いひび割れの発生が遅れた。これらの理由として、石灰石微粉末の無添加の場合は、ブリーディング等の影響で品質がばらつき、石灰石微粉末を添加した場合は、添加量の増加に伴い自由収縮ひずみが減少したためと考えられる。従って、石灰石微粉末の添加量が単位量150kg/m³程度の範囲内では、石灰石微粉末の添加量の増加により、コンクリートのひび割れ抵抗性が向上する傾向にあると考えられる。

4. まとめ

本実験では、以下のことが明かとなった。

①石灰石微粉末を30kg/m³程度添加した場合、無添加の場合に比べてコンクリートの自由収縮ひずみは若干増加するが、30kg/m³以上の場合、添加量の増加に伴って自由収縮ひずみは減少する傾向を示す。②単位量150kg/m³程度の範囲内では、石灰石微粉末の添加量を増加すると、コンクリートのひび割れ抵抗性は向上する傾向にある。

今後、さらにデータを増やし、石灰石微粉末の添加量を変化させた場合の、コンクリートの収縮特性について解明する予定である。

<参考文献> 1) 十河、玉木、青木、木須：石灰石粉によるコンクリートの加圧ブリーディング性状の改善効果、土木学会第46回年次学術講演会V，pp.140-141,1991.9

表-4 硬化コンクリートの試験結果

No.	材 齢 (日)	強 度 試 験 (標準養生)						乾 燥 収 縮 ひ び 割 れ 試 験					
		圧縮 強度	引張 強度	単位 容積 質量	弾性係 数	脆性係 数	脆度係 数	乾燥収縮ひび割れ発生 材令	乾燥収縮ひび割れ発生 時の拘束ひずみ	乾燥収縮ひび割れ発生 時の拘束ひずみ	乾燥収縮ひび割れ発生 時の拘束ひずみ	乾燥収縮ひび割れ発生 時の拘束ひずみ	乾燥収縮ひび割れ発生 時の拘束ひずみ
		(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(ton/m ³)	(×10 ⁴ kgf/cm ²)	(×10 ⁴ kgf/cm ²)	(×10 ⁴ kgf/cm ²)	(日)	平均	(μ)	平均	(kgf/cm ²)	平均
①	7	148	15.4	2.32	2.03	9.6	未割	49	未割	---	未割	---	---
	28	320	29.9	2.31	2.85	10.7	16	81	以上	79	---	18.3	---
	91	418	33.4	2.31	3.38	12.5	---	---	---	---	---	20.0	---
②	7	217	19.1	2.33	2.34	11.4	---	---	---	---	---	---	---
	28	374	31.7	2.34	3.00	11.8	---	---	---	---	---	---	---
	91	471	39.1	2.35	3.65	12.0	---	---	---	---	---	---	---
③	7	204	18.2	2.34	2.39	11.2	22	83	83	85	17.0	---	---
	28	359	32.2	2.34	3.05	11.1	28	83	83	85	17.2	---	---
	91	470	38.9	2.34	3.67	12.1	48	90	90	95	18.5	---	---
④	7	207	19.4	2.33	2.37	10.7	62	95	95	96	19.5	---	---
	28	347	32.6	2.33	3.16	10.6	37	94	94	96	19.3	---	---
	91	433	37.0	2.30	3.46	11.7	69	98	98	98	20.3	---	---

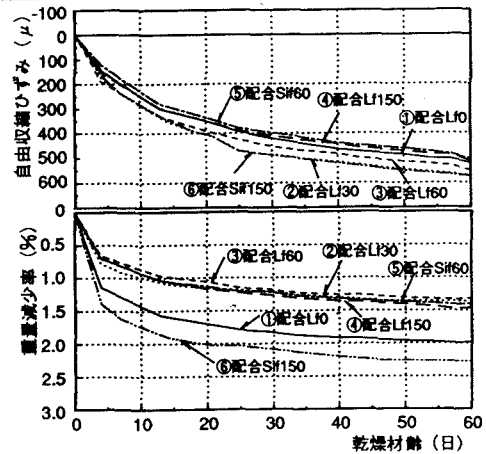


図-2 長さ変化試験結果

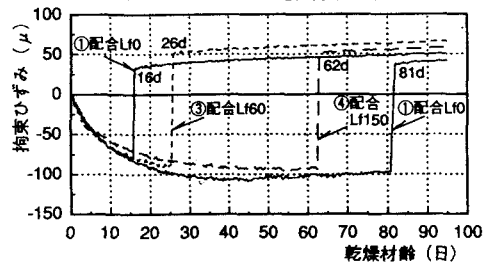


図-3 乾燥収縮ひび割れ試験結果

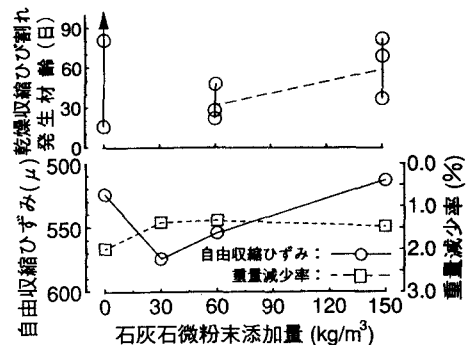


図-4 石灰石微粉末の添加量の影響