

骨材の粒度分布が異なるコンクリートの圧縮強度に関する実験的研究

Experimental Study on the Effect of Aggregate Grading on Compressive Stresss of Concrete

○藤下大知¹, 中田善久², 大塚秀三³, 宮田敦典², 荒巻卓見⁴

Daichi Fujishita¹, Yoshihisa Nakata², Shuzo Otsuka³, Atsunori Miyata², Takumi Aramaki⁴

Abstract : In this study, we experimented in order to clarify the effect of type and grading of coarse aggregate on stress-strain curve of concrete. In this report, the results of the slump test, air content test and compressive strength test are reported.

1. はじめに

コンクリートは粗骨材とこれを包む母材モルタルからなる二層複合材料と見なすことができ、このようなコンクリートの応力ひずみ曲線の形状は骨材ならびに母材の力学的性質に密接な関係があるとされている。また、複合理論において最も精緻とされている Hashin-Hansen¹⁾モデルは、粗骨材の容積比がコンクリートのヤング係数に著しく依存するとされている。そのため、大林²⁾らの研究において粗骨材の容積比がコンクリートのヤング係数の影響に関する報告をし、粗骨材の容積比とコンクリートを 5mm のふるいによりウエットスクリーニングを行ったモルタル(以下、W.S モルタルとする。)のヤング係数の関係から粗骨材のヤング係数を推定する方法を提案している。また、粗骨材がコンクリートのヤング係数に影響すると報告されているものが数多くあるが、粗骨材の粒度分布に着目し、コンクリートのヤング係数にどれほど影響するかを検討しているものはない。

そこで、本研究は、粗骨材の種類および粗骨材の粒

度分布がコンクリートの応力-ひずみ曲線に対してのどのような挙動を示すかを明らかにするために、粗骨材の種類、粗骨材の粒度分布の影響について検討した。なお、本報告では、スランブ試験、空気量試験および圧縮強度試験の結果を報告する。

2. 実験概要

本実験の使用材料を **Table 1** に示す。使用材料は、セメントに普通ポルトランドセメント、練り混ぜ水に上水道水、細骨材に陸砂を用いた。粗骨材は、産地および岩種の異なる石灰岩、硬質砂岩の 2 種類を使用した。化学混和剤には高性能 AE 減水剤を使用した。調査条件を **Table 2** に示し、本実験における粗骨材の粒度分布を **Figure 1** に示す。水セメント比(以下、W/C とする。)は 50% の 1 水準とした。粗骨材の粒度分布は、日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事」³⁾における砂利の標準粒度の上限、中心、下限、標準粒度から外したものおよび W.S モルタルの 5 水準とした。なお、各粒度の粗粒率は、上限が 6.30、中心が 6.60、下限が 6.90、標準粒度から外したものが 6.25 である。化学混和剤の使用率は、粗骨材の粒度分布の中心を用いたときに、スランブが 21 ± 1.5cm、空気量が 4.5 ± 1.5% を満足するように調整し、その他の粒度分布のときは、化学混和剤のセメント量に対する使用率をこれと同一とした。また、W.S モルタルは石灰岩、硬質砂岩ともに各粒度の中心値である粗粒率 6.60 のコンクリートを 5mm のふるいにより

Table 1 Material

Type	Quantity
Cement	Portland Cement (Specific Surface Area : 3,290cm ² /g, Density : 3.16g/cm ³)
Water	Tap Water
Fine Aggregate	Land Sand(Density : 2.61g/cm ³ , Absorption : 2.30%)
Coarse Aggregate	Limestone(Density : 2.70g/cm ³ , Absorption : 0.86%) Hard Sandstone(Density : 2.69g/cm ³)
Chemical Admixtures	High-Range AE Water Reducing Agent(Polycarboxylate Type)

Table 2 Mix Proportion

W/C (%)	Fineness modulus* ¹	Coarse Aggrigate	Grading of Coarse Aggregate	Absolute Volume (ℓ/m ³)										Target value of fresh concrete		
				V _w	V _c	V _s	V _G							Total	Slump	Air Content(%)
							20mm	15mm	10mm	5mm	2.5mm	2.5mm and Fewer				
50	6.30	Lime stone	Upper of Standard Grading	175	111	318	0	79	79	158	18	18	351	21.0±1.5	4.5±1.5	
			Center of Standard Grading	175	111	318	18	101	101	114	9	9				
			Lower of Standard Grading	175	111	318	35	123	123	70	0	0				
			Shown in the Figure 1	175	111	318	0	88	88	88	88	0				
			W.S* ²	—	—	—	—	—	—	—	—	—				—
	6.60	Hard Sandstone	Upper of Standard Grading	175	111	318	0	79	79	158	18	18	351	21.0±1.5	4.5±1.5	
			Center of Standard Grading	175	111	318	18	101	101	114	9	9				
			Lower of Standard Grading	175	111	318	35	123	123	70	0	0				
			Shown in the Figure 1	175	111	318	0	88	88	88	88	0				
			W.S* ²	—	—	—	—	—	—	—	—	—				—

*1 To exclude as much as possible the impact of the particle size of the coarse aggregate, was a constant takes the center value of the standard grain size of gravel JASS 5 the fineness modulus

*2 Wetscreening Mortar

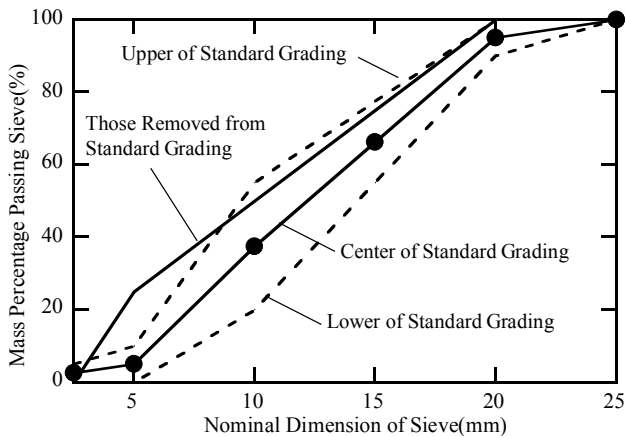


Figure 1 Grading of Coarse Aggregate

Table 3 Experiment Result

W/C (%)	Coarse Aggregate		Properties of Fresh Concrete		Compressive Stress (N/mm ²)
	Fineness modulus*1	Type	Slump	Air Content(%)	
50	6.30	Lime stone	21.5	5.1	33.1
	6.60		21.0	4.5	36.3
	6.90		21.0	4.0	33.1
	6.25		21.5	5.9	35.3
	-(W.S)		—	—	41.7
	6.30	Hard Sandstone	20.0	5.4	34.8
	6.60		21.0	3.8	32.9
	6.90		21.0	3.5	33.4
	6.25		20.0	4.3	35.1
	-(W.S)		—	—	40.6

*1 To exclude as much as possible the impact of the particle size of the coarse aggregate, was a constant takes the center value of the standard grain size of gravel JASS 5 the fineness modulus

ウェットスクリーニングを行ったモルタルを使用した。試験体は、φ100×H200mmの管理用供試体とし、養生方法はプラスチック製の型枠にコンクリートの打込み後、相対湿度60±5%および温度20±2℃の一定条件となる恒温恒湿室に静置し、48時間後に脱型した。型枠の脱型後、水中20℃で標準養生を行い、材齢7日において、コンプレッソメータによるひずみの測定と圧縮強度試験を行った。

3. 結果および考察

フレッシュコンクリートの性状および圧縮強度の結果をTable 3に示す。スランブは、石灰岩、硬質砂岩ともに粒度分布の違いにかかわらずほぼ同等の値を示した。この傾向は、寺西ら⁴⁾が報告した、細骨材の粒度分布がスランブに及ぼす影響は大きいものの、粗骨材の粒度分布がスランブに及ぼす影響は小さいという結果と同一である。一方、空気量は、硬質砂岩のとき粒度分布の違いにかかわらずほぼ同等の傾向を示したものの、石灰岩のとき、粗粒率が高くなるほど空気量が小さくなる傾向を示した。

コンクリートの圧縮強度試験の結果をFigure 2に示す。圧縮強度は、石灰岩、硬質砂岩ともに、粗骨材の粒度の違いにかかわらずほぼ同等の傾向を示した。これは、細骨材の粒度分布が圧縮強度に及ぼす影響が小さいとする陣内ら⁵⁾の結果と同一のものとなった。また、圧縮強度は、石灰岩および硬質砂岩でほぼ同

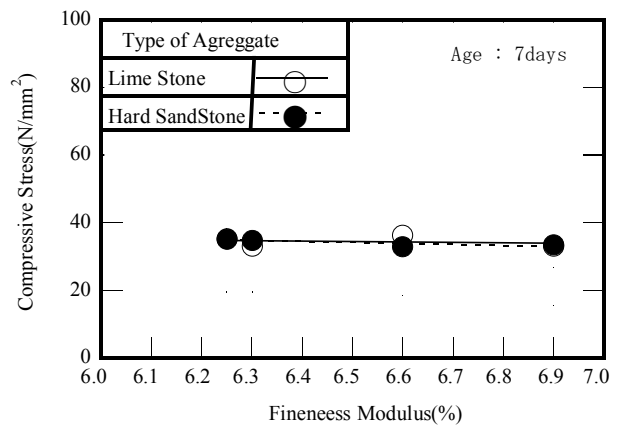


Figure 2 Compressive Stress of Concrete

等の値を示し、粗骨材の種類の違いによる影響は見られなかった。これは、W/Cが30%および40%のとき、石灰岩および硬質砂岩の種類の違いによる影響が見られるものの、W/Cが50%の場合のとき、粗骨材の種類の影響が見られないとする大林²⁾らの結果と同一である。本実験結果と粗骨材の容積比を変えて実験した大林らの結果を踏まえると、圧縮強度に及ぼす要因のうち、粗骨材の容積比の影響は大きいものの、粒度分布の影響は小さいと考えられる。

これらの結果から、粗骨材の標準粒度から外れている粒度分布を使用した場合においても、粗骨材の粒度分布がフレッシュコンクリートの性状および材齢7日における圧縮強度に及ぼす影響は小さいものと考えられる。

4. まとめ

本報告では、粗骨材の種類および粒度分布を変化させてフレッシュコンクリートの性状および材齢7日における圧縮強度について検討した結果、本実験の範囲において、特徴の変化が見られないことを報告した。今後は、材齢28日、56日および91日において圧縮強度試験および静弾性係数試験を行う予定である。

5. 参考文献

- [1] Zvi Hashin : The Elastic Moduli of Heterogeneous Materials, J. Appl. Mech. 29, pp143-150, 1962
- [2] 大林賢人ほか：粗骨材の容積比を変えたコンクリートの応力-ひずみ曲線に関する一考察，コンクリート工学年次論文集，Vol.36.No.1.2014
- [3] 日本建築学会：建築工事仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2015
- [4] 寺西浩司ほか：骨材の粒度分布の変動がフレッシュコンクリートの性質に及ぼす影響，日本建築学会構造系論文集，Vol.76.No.664.2011
- [5] 陣内浩ほか：細骨材の粒度と細骨材率がコンクリートの物性に与える影響：その6 圧縮強度試験結果，日本建築学会大会学術講演梗概集，2013