

## [1052] 碎砂の表面形状がフレッシュコンクリートの諸性状に及ぼす影響

池田 正志<sup>\*1</sup>・大河原 行省<sup>\*2</sup>・辻 幸和<sup>\*3</sup>・田澤 栄一<sup>\*4</sup>

### 1. まえがき

今後、細骨材は碎砂への依存度が大きくなってくることを鑑みて、碎砂を細骨材として全量用いることを目指して、すでに碎砂の表面形状を改質処理する製造システムを提案した[1], [2]。本文では、このシステムで製造した高品質碎砂と改質処理を行わず粗粒率を高品質碎砂とほぼ等しくなるように粒度のみを調整した碎砂を、それぞれ細骨材として全量用いたコンクリートのスランプ、ブリーディングおよび空気量等について相互に比較し、碎砂の表面形状の及ぼす影響を報告するものである。

### 2. 碎砂の種類と実験の概要

#### 2. 1 碎砂の種類と品質

碎砂は表-1に示す5種類を用い、高品質碎砂製造システムにより表面形状を改質処理したものとそれの粗粒率にはほぼ等しくなるように粒度調整のみを行ったものとした。また比較のため、川砂を1種類用いた。

碎砂の高品質化を図る高品質碎砂製造システムは、高品質碎砂製造機、碎砂水分分離装置および泥水処理装置より成る。高品質碎砂製造機は、このシステムの主体となるもので、碎砂の表面形状を河川中で川砂が生成される過程を模擬して改善するものである。すなわち、図-1に示すように、円筒形ドラムの内部かくはん室に、多数の玉石あるいはバラスなど（以下媒体石と称する）を詰めた状態で、送給口から原砂と水を連続的に円筒形ドラムに送給する。そして、駆動裝

表-1 碎砂の品質

細骨材の種類	産地	石質	粉砂機	分級方式	処理方法	表乾比重	絶乾比重	吸水率(%)	単位容積質量(kg/l)	実積率(%)	粒形判定実積率(%)	洗い試験(%)		粗粒率
												ふるい(mm)	0.15	0.075
碎砂A	鳥取県 八頭郡	結晶片岩	インペラー	湿式	粒度調整	2.64	2.59	1.94	1.735	67.0	56.9	6.72	6.18	2.85
					改質処理	2.68	2.65	1.22	1.807	68.2	59.5	8.14	6.87	2.80
碎砂F	鳥取県 鳥取市	安山岩	ロッドミル	湿式	粒度調整	2.55	2.50	2.11	1.602	64.0	56.6	4.44	2.86	2.80
					改質処理	2.57	2.53	1.58	1.670	66.0	58.0	5.90	4.30	2.78
碎砂G	岡山県 真庭郡	硬質粘板岩	シェレッダー	乾式	粒度調整	2.77	2.73	1.61	1.836	67.3	54.4	10.11	8.02	2.81
					改質処理	2.80	2.77	1.14	1.803	65.1	54.6	7.98	5.71	2.81
碎砂H	岡山県 久米郡	粘板岩	コーンクラッシャー	乾式	粒度調整	2.66	2.62	1.57	1.805	68.9	55.6	10.32	9.58	2.81
					改質処理	2.69	2.67	0.89	1.792	67.1	56.7	6.33	5.43	2.81
碎砂I	鳥取県 仁多郡	花崗岩	ロッドミル	湿式	粒度調整	2.56	2.51	2.19	1.594	63.5	55.5	5.25	3.38	2.72
					改質処理	2.59	2.56	1.22	1.705	66.6	56.9	5.46	3.10	2.81
川砂	—	—	—	—	—	2.62	2.59	1.07	1.822	70.3	63.2	0.64	0.58	2.72

\*1 群馬大学技術官 工学部（正会員）

\*2 ナカヤ実業(株) 開発部（正会員）

\*3 群馬大学教授 工学部建設工学科、工博（正会員）

\*4 広島大学教授 工学部第4類（建設系）、工博（正会員）

置により回転させている内部かくはん室において媒体石、原砂および水をかくはんして媒体石内で原砂の角ばりを丸め、表面が研磨された高品質碎砂および水を円筒形ドラムの排出口より遠心力により排出させるよう、設計、製作された装置である。現在は、ドラムの直径が 1.2m で、長さが 2.0m または 2.5m のものを、2 台直列に配置して用いている。

碎砂の表面形状の改質処理は、媒体石を高品質碎砂製造機のドラムの

直径の 1/4 の高さに相当する量の 750kg を投入し、ドラムの回転数を 26rpm、投入する碎砂を 1 系列で 20t/h として行った。表面形状を改善した高品質碎砂の物理的性質を、粒度のみを調整した碎砂とともに表-1 に示す。

粒度調整した碎砂と改質処理をした碎砂を比較すると、表乾比重と絶乾比重はいずれも、改質処理により変化しないか少し増加すると考えてよいようである。吸水率は、いずれの碎砂も改質処理作業により大幅に小さくなっている。単位容積質量、実積率、粒形判定実積率について、碎砂 G と碎砂 H を除き、表面形状の改質処理により増加している。しかしながら、碎砂 G と碎砂 H では、改質処理作業により角ばりがとれたことよりも微粒分が洗い流されたことの影響が大きくて、単位容積質量と実積率が改質処理により他の碎砂と反対に小さくなっている。

## 2. 2 実験の概要

細骨材のすべてに改質処理した碎砂と粒度のみを調整した碎砂を用いて、表面形状を改善した高品質碎砂の効果を、主としてコンクリートのスランプ値、空気量およびブリーディング率について相互に比較した。

用いた碎砂は表-1 に示す 5 種類である。粗骨材には、JIS A 5005 に適合した鳥取県八頭郡の智頭産の碎石 2005 と 4020 を用い、最大寸法が 40mm の場合はこれらを質量比で 6:4 の割合で用いた。セメントは普通ポルトランドセメントを、混和剤は AE 減水剤を空気量調整剤とともにそれぞれ用いた。

配合は、目標圧縮強度が  $160 \text{ kgf/cm}^2$ 、スランプが 8cm、空気量が 4%、粗骨材の最大寸法が 40mm の配合 A、ならびに目標圧縮強度が  $210 \text{ kgf/cm}^2$ 、スランプが 18cm、空気量が 4%、粗骨材の最大寸法が 20mm の配合 B を基本とした。そして、鳥取県内の骨材の性状を勘案して、配合 A の場合に、水セメント比を 65% とし、単位水量を  $155 \text{ kg/m}^3$ 、細骨材率を 47% としたが、改質処理を行わない粒度のみを調整した碎砂を用いて所定のスランプ値を得るために単位水量を  $175 \text{ kg/m}^3$  まで増加させた。配合 B の場合には、水セメント比が 60%、単位水量が  $185 \text{ kg/m}^3$ 、細骨材率が 50% の軟練りのコンクリートとしたが、同じく改質処理を行わない碎砂を用いて所定のスランプを得るために単位水量を  $205 \text{ kg/m}^3$  まで増加させたものについてもそれぞれ試験した。

いずれの配合についても、碎砂の表面水率の補正是行ったが、表面形状等が改善されたことによる実積率等の補正是行っていない。なお、空気量は 4% を目標としたため、空気量調整剤の使用量を増減した。

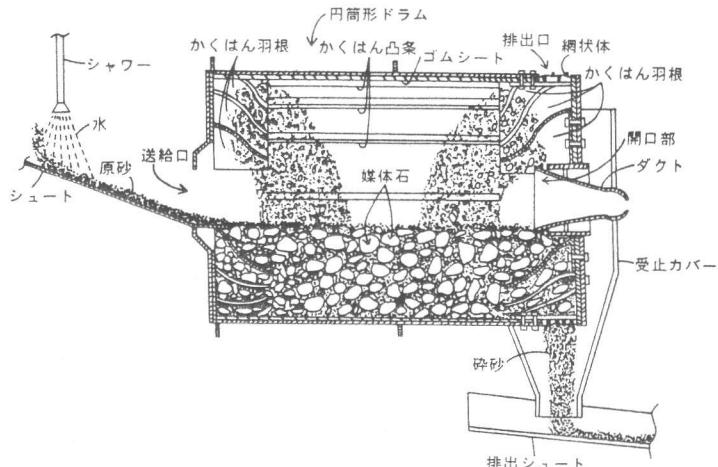


図-1 高品質碎砂製造機

コンクリートの練混ぜは、容量が70ℓの強制練りミキサを用い、50ℓのコンクリート量となるように、粗骨材、細骨材を1/2、セメント、残りの1/2の細骨材、水の順で投入し、1分間練り混ぜた後、粗骨材を投入してその後2分間練り混ぜた。

スランプ試験はJIS A 1101、空気量試験はJIS A 1128、ブリーディング率試験はJIS A 1123にそれぞれ従って測定した。

### 3. スランプ

表面形状の改質処理の前と後の碎砂を用いたコンクリートのスランプを対比して図-2に、また単位水量とスランプの関係を図-3に示す。

単位水量が155kg/m<sup>3</sup>の配合Aでは、改質処理を行わない粒度のみを調整した碎砂を用いたコンクリートは、1.5cmから最大で碎砂Aの6.5cmのスランプしか得られなかつたが、表面形状の改質処理を行った碎砂の使用により、いずれもスランプが増大し、目標の8cm以上の値を得ることができた。改質処理を行わない碎砂を用いる場合には、このようなスランプが8cm以上のコンクリートは、単位水量を170kg/m<sup>3</sup>と15kg/m<sup>3</sup>増加しても3種類の碎砂を用いた場合に得られたのみで、碎砂Fと碎砂Hでは7cm以下のスランプとなった。

また配合Bの軟練りコンクリートについても、表面形状を改質処理した碎砂を用いることにより、スランプが7.5~16cmから17~20.5cmに大幅に増加している。そして、粒度のみを調整した碎砂を用いる場合には、単位水量を20kg/m<sup>3</sup>増加すると、碎砂Hを除き、改質処理をした碎砂の場合とほぼ等しいスランプが得られた。

### 4. ブリーディング

ブリーディング率の経時変化を図-4に示す。モルタルの場合であるが、碎砂の表面形状を改善すると、ブリーディング率が大きくなるとともに、ブリーディングの継続時間も少し長くなっている。

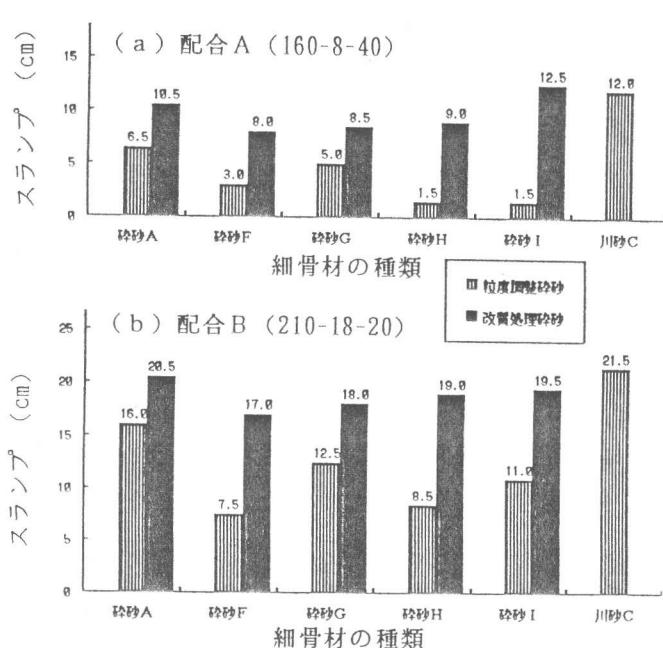


図-2 コンクリートのスランプ

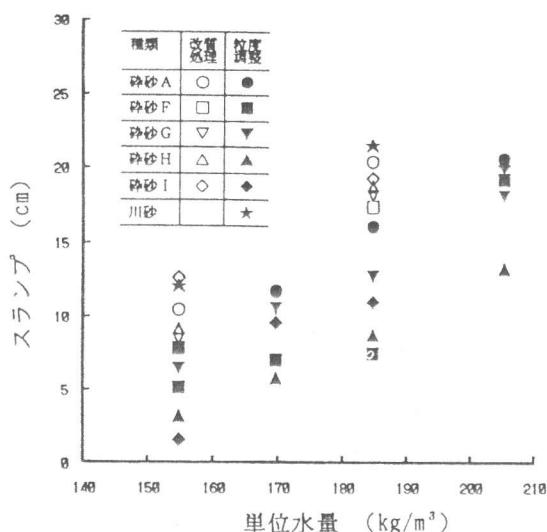


図-3 コンクリートの単位水量とスランプの関係

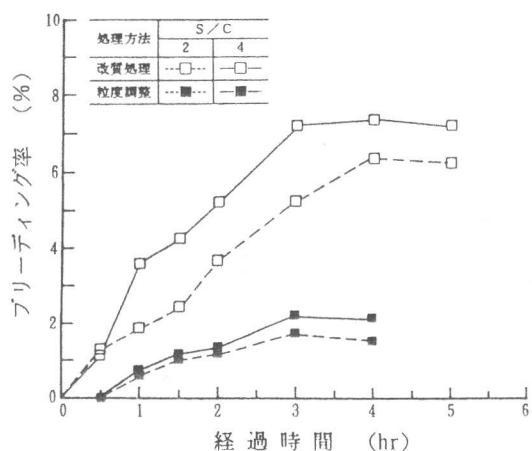


図-4 モルタルのブリーディング率の経時変化(碎砂F)

図-5に、コンクリートのブリーディング率をまとめて示す。5種類の碎砂を用いた配合Bのコンクリートのブリーディング率は、表面形状の改質処理を行った碎砂を用いることにより、スランプが増加したため、大きくなっている。なお、スランプの大きい配合Bのブリーディング率は最終的にスランプの小さい配合Aより大きくなつたものが多いが、両者の

差は、碎砂の表面形状が改質されてスランプが大きくなつた場合ほど増加しなかつた。また、配合Aと配合Bについて、スランプとブリーディング率の関係を示した図-6より、ブリーディング率は、スランプの増加とともに増大し、この関係は碎砂の表面形状の改質処理の有無にかかわらず同じであるといえる。

## 5. 空気量

空気量は、碎砂の種類により空気量調整剤の使用量を変えたが、碎砂の表面形状の改質処理の有無にかかわらず等しい使用量となつた。すなわち、碎砂の表面形状の改質処理は、コンクリートの空気量にはほとんど影響を及ぼさないと考えることができる。

## 6. 結論

碎砂の角ばり等の表面形状がフレッシュコンクリートの性状に及ぼす影響を検討するため、表面形状を改善した碎砂を製造し、これを細骨材に全量用いたコンクリートについて主として実験した結果を報告した。本研究で得られた事項をまとめると、次の通りである。

- 1) 碎砂の表面形状を改善すると、コンクリートのスランプ値は、川砂を用いた場合と同じ程度まで増加する。
- 2) 表面形状の改質によりコンクリートのブリーディング率は増加したが、これはスランプ値が増加したことにより起因するもので、碎砂の表面形状の改質処理により特にブリーディングが著しくなるということはなかつた。
- 3) 碎砂の表面形状が改善されることにより、吸水率と粗粒率は小さくなる。実積率は一般に増加するが、改質処理作業において微粒分が多く洗い流された場合には、実積率が小さくなることもある。

## 参考文献

- 1) 池田正志・大河原行省・辻幸和・田澤栄一：表面形状を改質した碎砂を用いたコンクリートの性状、コンクリート工学年次論文報告集、第15巻、第1号、pp. 251～256、1993
- 2) 大河原行省・池田正志・辻幸和：高品質碎砂の製造と利用に関する研究、セメント・コンクリート論文集、No. 47、1993

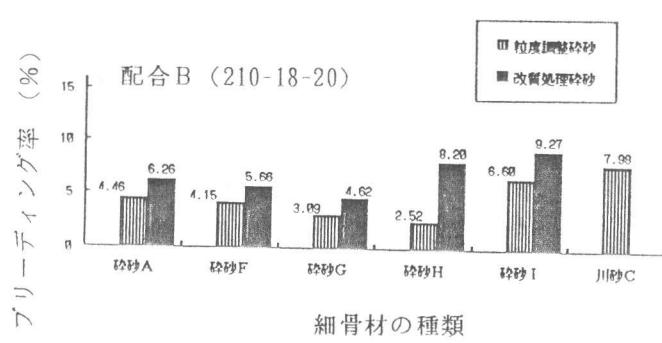


図-5 コンクリートのブリーディング率

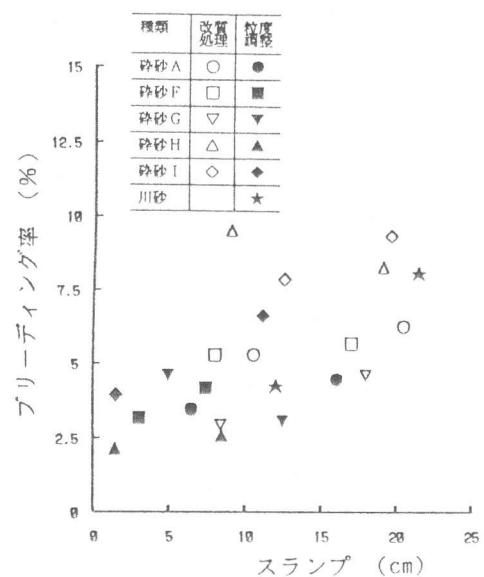


図-6 ブリーディング率とスランプの関係