

# 論文 細骨材の特性評価とモルタルの流動性に及ぼす各種要因の検討

古川 雄太\*1・阿部 道彦\*2

**要旨:** 細骨材の特性評価を行なうとともに、ペースト膜厚理論を応用しモルタルの流動性に及ぼす要因について検討を行なった。その結果、細骨材の特性評価ではいくつかの試験を組み合わせることで、細骨材の特性を詳細に数値で表すことが可能であった。また、モルタルの流動性では今回使用した多様な細骨材においては、ペースト膜厚理論のみで流動性を把握することはできず、緩実積率を余剰ペースト量の算出に用いてペースト膜厚に密度と流下時間で補正を行なうことで、より高い精度でモルタルフローの推定が可能であった。また、粗粒率が異なっても同様の方法で、モルタルフローの推定が可能であった。

**キーワード:** 骨材試験, 余剰ペースト, ペースト膜厚, モルタルフロー, 流動性, 粗粒率

## 1. はじめに

近年、良質な天然骨材の枯渇、採取規制に伴い、コンクリート用骨材のうち細骨材は砕砂の割合が増加しつつある。また、副産物の利用促進に伴いスラグ骨材、再生骨材といった副産骨材も使われるようになってきている。スラグ細骨材に関しては、1981年に高炉スラグがJISに制定されて以降、現在5種類のスラグ細骨材が制定されている。今後、これらのスラグ細骨材の使用量は増大し、種類も増えることが推測される。そして、天然砂とは大きく特性の異なるスラグ細骨材が、コンクリートの諸性状に及ぼす影響は大きい。中でも、コンクリートの流動性と骨材の特性には関係性があり、1940年にはC.T.ケネディーによってコンクリートの流動性は骨材の特性によって変化するペースト膜厚に左右されるとする「ペースト膜厚理論」が提唱された<sup>1)</sup>。しかしながら、筆者らは現在の骨材は当時の骨材より多種多様化し、ペースト膜厚のみでは流動性を把握しきれないことを報告した<sup>2), 3)</sup>。

本研究は、既報<sup>4), 5), 6)</sup>で提案されている骨材試験方法に基づき、骨材特性を数値で把握するとともに、骨材特性および骨材の粒度分布とモルタルフローの関係からモルタルの流動性に及ぼす各種要因について検討し、モルタルフローの推定式を提案したものである。

## 2. 実験概要

### 2.1 実験の要因と水準

シリーズ1では骨材試験により細骨材の特性評価を行

なうことを目的とし、シリーズ2ではモルタルの流動性に及ぼす要因について検討を行なった。表-1に実験の要因と水準を示す。シリーズ1では細骨材の種類は石炭熔融スラグ(E)、高炉スラグ(B)、フェロニッケルスラグ(F)、ごみ熔融スラグ(SD)、標準砂(H)、大井川産陸砂(O)、青梅産砂岩砕砂(CS)の7種類とした。骨材特性の把握は、単粒度として0.15-0.3mm, 0.3-0.6mm, 0.6-1.2mm, 1.2-2.5mm, 混合粒度として粗粒率2.70に粒度調整したものの計5水準で骨材試験を行なった。シリーズ2のモルタル実験は、上記の7種類の細骨材の混合粒度(粗粒率2.70)のものを用いて、ペースト膜厚を10μm, 20μmの2水準として骨材特性の違いがモルタルの流動性に及ぼす影響について検討を行なった。また、大井川産陸砂の粗粒率を2.20, 2.50, 2.70, 2.90, 3.20の5水準として骨材試験を行い、その後モルタル実験により粗粒率の違いがモルタルの流動性に及ぼす影響について検討した。

### 2.2 使用材料および試験項目

細骨材は表-1に示すものを対象とし、それぞれ単粒度にふるい分けしたものと、所定の粒度分布に調整を行なったものを使用した。粒度分布を図-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm<sup>3</sup>, 比表面積:3270cm<sup>2</sup>/g)を使用し、練混ぜ水は上水道水を使用した。写真-1に各種スラグ細骨材の顕微鏡写真を示す。表-2に試験項目を示す。骨材試験では、密度および吸水率試験はJIS A 1109に準じて試験を行い(表乾は目視)、実積率試験はJIS A 1104に準じて行なった(容器は500cc)。また、流下試験、安息角試験、比表面積試験はそれぞれ文

表-1 要因と水準

要因	水準
細骨材の種類	石炭熔融スラグ(E), 高炉スラグ(B) フェロニッケルスラグ(F), ごみ熔融スラグ(SD) 標準砂(H), 大井川産陸砂(O), 青梅産砂岩砕砂(CS)
粒径	0.15-0.3mm, 0.3-0.6mm, 0.6-1.2mm, 1.2-2.5mm 混合粒度(粗粒率:2.70)
粗粒率	2.20, 2.50, 2.70, 2.90, 3.20
ペースト膜厚	10μm, 20μm

表-2 試験項目

試験項目	試験方法
密度および吸水率	JIS A 1109
実積率	JIS A 1104
流下試験	文献4)
安息角	文献5)
比表面積	文献6)

\*1 工学院大学大学院工学研究科 修士課程 (正会員)

\*2 工学院大学建築学科 教授・工博 (正会員)

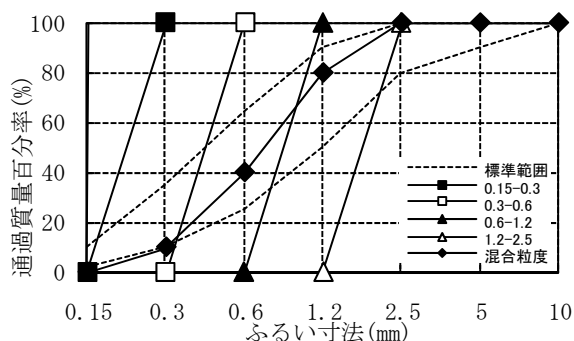


図-1 各細骨材の粒度分布

献<sup>4), 5), 6)</sup>に準じて行なった。また、流下試験における緩実積率試験は、ロートをを用いて細骨材を鋼製容器(500cc)に自然落下させ上面をすり切った試料を実積率と同様の計算方法で算出したものであり、通常は実積率よりも1割ほど小さい値となる。

### 3. 骨材特性に関する実験(シリーズ1)

#### 3.1 骨材試験結果と考察

##### (1) 目視による形状評価

写真-1によると、石炭熔融スラグ(E)は粒径の大きい1.2-2.5mmでは形状が丸みを帯びていて表面が滑らかである。また、0.15-0.3mmをみてもやや棒状のものがあるが球状であり表面が滑らかだといえる。フェロニッケルスラグ(F)は、1.2-2.5mmではやや丸みを帯びているものの楕円形である。0.15-0.3mmでは角ばったものが多いといえる。高炉スラグ(B)およびごみ熔融スラグ(SD)は、1.2-2.5mmおよび0.15-0.3mmともに角ばっており、表面が非常に粗いといえる。

##### (2) 密度および吸水率

図-2 a), b)に密度および吸水率の試験結果を示す。単粒度においては、標準砂(H)、陸砂(O)、砂岩砕砂(CS)の密度はいずれの粒径でも2.60g/cm<sup>3</sup>前後であるのに対し、石炭熔融スラグ(E)、フェロニッケルスラグ(F)、ごみ熔融スラグ(SD)はそれよりも高い値を示した。また、高

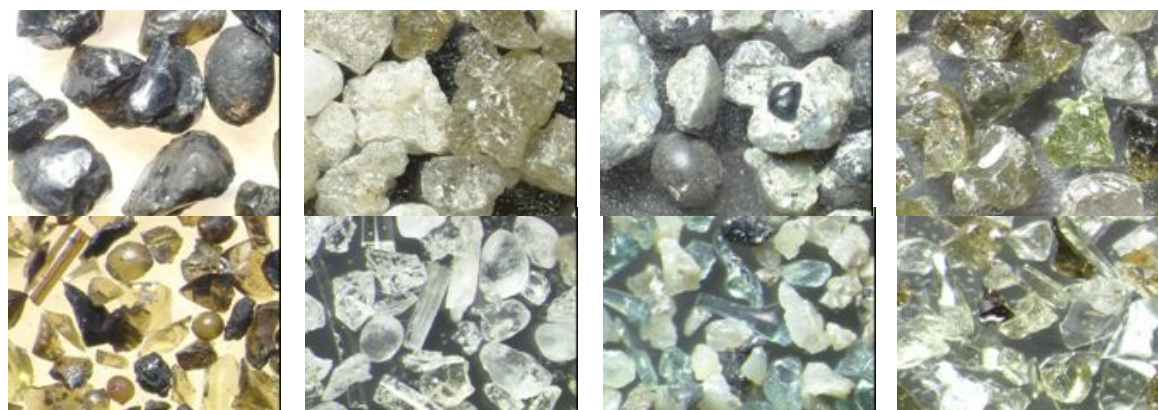
炉スラグ(B)は粒径が大きくなるにつれ密度が小さくなる傾向が顕著に認められた。吸水率は、陸砂(O)、砂岩砕砂(CS)、フェロニッケルスラグ(F)が1.00%付近を推移しているのに対し標準砂(H)、石炭熔融スラグ(E)、ごみ熔融スラグ(SD)がそれよりも小さい値を示した。また、高炉スラグ(B)は粒径が大きくなるにつれ吸水率が大きくなる傾向が認められた。混合粒度の試験結果を表-3に示しているが、密度および吸水率は単粒度の試験結果から計算により算出した値を用いているため、単粒度の平均的な値となっている。

##### (3) 実積率および緩実積率

図-2 c)に実積率、図-2 d)に緩実積率の試験結果、図-2 h)に両者の関係を示す。図-2 c)をみると、単粒度においては3つの傾向に分けることができる。1つ目は、標準砂(H)のように右肩下がりになるもの、2つ目は陸砂(O)、石炭熔融スラグ(E)、高炉スラグ(B)、ごみ熔融スラグ(SD)のように右肩上がりになるもの、そして3つ目は、砂岩砕砂(CS)、フェロニッケルスラグ(F)のように変化の少ないものである。これは、粒径が大きくなるにつれ粒子形状が悪く右肩下がりがなったり、粒径が小さくなるにつれ粒子形状が悪くなり肩上がりになったものや、形状に大きな変化がなく実積率にも変化が少ない傾向を示したためと考えられる。混合粒度では、表-3をみると標準砂(H)が最も大きく、次いで石炭熔融スラグ(E)、陸砂(O)、フェロニッケルスラグ(F)、砂岩砕砂(CS)が大きく、高炉スラグ(B)、ごみ熔融スラグ(SD)が比較的小さい値となった。これは、前述した目視による粒子形状および表面性状の良否の判定と一致している。また、図-2 h)をみると実積率と緩実積率は同様の傾向であるため、人為的な影響が少なく試験結果のばらつきの小さい緩実積率は、実積率と同等あるいはそれ以上の精度で骨材の良否を判定することができると思われる。

##### (4) 流下時間

図-2 e)に流下時間の試験結果を示す。これによると、



石炭熔融スラグ

高炉スラグ

フェロニッケルスラグ

ごみ熔融スラグ

写真-1 細骨材顕微鏡写真(上段: 1.2-2.5mm 下段: 0.15-0.3mm)

いずれの細骨材も粒径が大きくなるにつれて流下時間が大きくなる傾向を示した。また、目視により粒子形状の良い標準砂(H)は、いずれの粒径でも他のものに比べ小さい値を示した。また、実積率と異なり粒子形状より粒子の大きさが試験結果に影響しているといえる。しかしながら、混合粒度をみると実積率と同様に、標準砂(H)が最も値が小さく、次いで石炭溶融スラグ(E)、陸砂(O)、フェロニッケルスラグ(F)、砂岩砕砂(CS)が小さく、高炉スラグ(B)、ごみ溶融スラグ(SD)が大きい値となり、目視による粒子形状および表面性状の良否判定と一致する結果となった。

(5) 安息角

図-2 f)に安息角の試験結果を示す。これによると、単粒度では標準砂(H)、陸砂(O)が右肩下がりになり、砂岩砕砂(CS)が右肩上がりになる傾向が認められた。しかしながら、石炭溶融スラグ(E)、高炉スラグ(B)、フェロニッケルスラグ(F)、ごみ溶融スラグ(SD)においては同様の傾向は認められず、粒径による違いは認められなかった。これは、石炭溶融スラグ(E)、高炉スラグ(B)、フェロニッケルスラグ(F)、ごみ溶融スラグ(SD)がいずれもスラグ細骨材であるため、天然砂とは大きく異なる形状の粒子も混在しており、特に、高炉スラグ(B)、ごみ溶融スラグ(SD)の0.15-0.3mmの粒径では、針状のものや入り組んだ形のものも混在しており、それらにより値が変化したと考えられる。しかしながら、混合粒度では標準砂(H)、フェロニッケルスラグ(F)が最も小さく、次いで石炭溶融スラグ(E)、陸砂(O)、砂岩砕砂(CS)が小さく、高炉スラグ(B)、ごみ溶融スラグ(SD)が大きい値となった。以上の結果より、安息角では単粒度の骨材の良否の判定はできないが、混合粒度においては良否を判定できると考えられる。また、安息角試験では目視による骨材の粒子形状と同様の傾向であるため、粒子形状が試験結果に大きく

影響を及ぼしているといえる。

(6) 比表面積

図-2 g)に比表面積の試験結果を示す。これによると、単粒度においては流下時間と同様に粒径の変化に応じて試験結果が変化する結果となった。つまり、粒径が大きくなるにつれ値が小さくなる結果となったが、ごみ溶融スラグ(SD)の0.15-0.3mmのように非常に表面に凹凸のある骨材は値が大きくなり、標準砂(H)やフェロニッケルスラグ(F)のように表面が非常に滑らかな骨材は値が小さくなった。また、混合粒度は単粒度の試験結果から計算により算出した値を示しているが、これによると標準砂(H)、フェロニッケルスラグ(F)、石炭溶融スラグ(E)、陸砂(O)の値が小さく、砂岩砕砂(CS)、高炉スラグ(B)、ごみ溶融スラグ(SD)がやや大きい値となった。これは、目視による表面性状の良否の判定とほぼ一致しているといえる。このことより、目視による表面性状の良否を判定することができると考えられる。

3.2 骨材特性の数値化

上記の結果より、目視により形状が丸みを帯びている石炭溶融スラグ(E)や標準砂(H)は陸砂(O)よりも粒形が良いと判断できる。また、フェロニッケルスラグ(F)は、陸砂(O)よりも粒形が悪いが、高炉スラグ(B)、ごみ溶融スラグ(SD)よりも形状が良いといえる。流下時間が大きい値となったのは、表面は滑らかであるが、やや形状が

表-3 骨材試験結果(混合粒度)

記号	絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)	実積率 (%)	緩実積率 (%)	流下時間 (sec/l)	安息角 (°)	比表面積 (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )
E	2.94	0.45	62.7	57.1	44.7	32.2	156.2
B	2.69	0.98	58.5	53.0	50.7	33.5	168.0
F	2.94	1.10	60.6	55.0	48.8	31.8	151.5
SD	2.82	0.35	57.6	51.3	51.3	34.5	178.8
H	2.59	0.69	65.8	61.0	38.6	31.8	139.7
O	2.60	1.18	62.2	56.0	45.9	32.5	154.4
CS	2.64	0.99	59.9	53.5	49.3	33.0	160.9

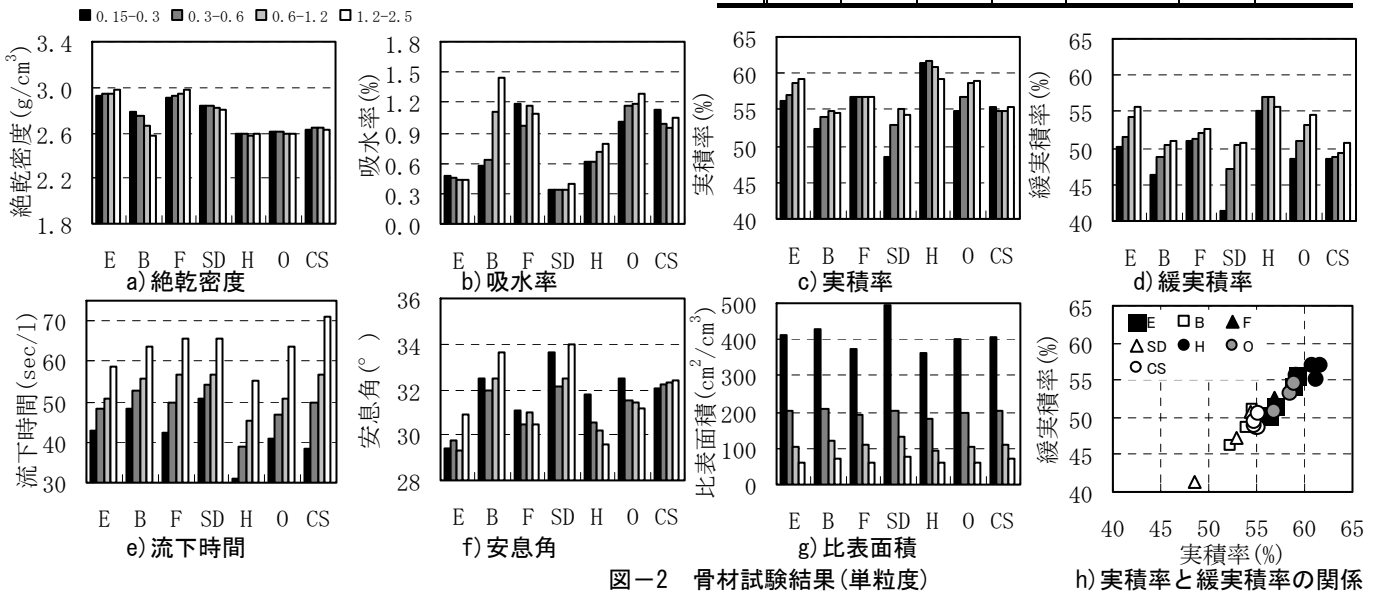


図-2 骨材試験結果(単粒度)

h) 実積率と緩実積率の関係

楕円形であるためと考えられる。そして、目視により形状に角ばりのある高炉スラグ(B)やごみ熔融スラグ(SD)は、いずれの骨材試験結果をみても粒形が悪いといえる。また、試験により多少のばらつきが認められるのは、前述したように試験により粒子形状や粒子の大きさの影響が試験結果に大きく表れるものと、表面性状が試験結果に大きく表れるものがあるためと考えられる。つまり、形状は丸みを帯びているが、表面は微細な凹凸で覆われているなど複雑な形状をした骨材があるため、形が悪いと言っても粒子形状が悪いもの、表面性状が悪いものと違いがあるためである。標準砂(H)のように非常に丸みを帯びた細骨材は流下時間が極端に小さかったり、フェロニッケルスラグ(F)のように表面は滑らかだが形状がやや楕円形のようなものは流下時間が大きかったりしている。そのため、実積率、緩実積率、流下時間、安息角、比表面積により骨材の粒子形状あるいは表面性状を数値で表し比較することが可能であるが、組み合わせて特性を比較することでより詳細な骨材の特性を数値で把握でき、相対的に骨材特性を比較できると考えられる。

#### 4. モルタル実験(シリーズ2)

##### 4.1 ペースト膜厚理論

既報の研究<sup>3), 7)</sup>では、ペースト膜厚を一定にしてもモルタルのフローは一定にならないと報告している。また、筆者らは現在用いられる多種多様な細骨材の流動性を予測するためにペースト膜厚理論を骨材特性で補正することを提案した<sup>3)</sup>。そのため、本研究では3章で骨材特性を把握した細骨材を用いて、ペースト膜厚を10 $\mu$ m、20 $\mu$ mの2水準としてモルタル実験を行い、ペースト膜厚とフローの関係を把握することとした。表-4に調査およびフレッシュ性状を示す。水セメント比は55%とし、空気量は2.0%と仮定した。なお、フロー試験はJIS R 5201に準じて行った。

##### 4.2 ペースト膜厚とフローの関係

図-3 a)にペースト膜厚とフローの関係を示す。これによると、フローの標準偏差は10 $\mu$ mで約15mm、20 $\mu$ mで約8mmとなり、ともにフローは一定にはならない結果となった。しかしながら、いずれの細骨材も20 $\mu$ mのものは10 $\mu$ mより約50mmフローが大きい値となり、ペースト膜厚の増減に応じてフローも増減していることが認められた。このことにより、ペースト膜厚が同一であっても細骨材の種類によりフローは異なるが、いずれの細骨材でもペースト膜厚の増減とフローの増減はほぼ一致しているといえる。これは、既報<sup>3)</sup>の報告と一致する結果である。また、図-3 b)には余剰ペースト量とフローの関係を示している。これによると、決定係数は0.84となりペースト膜厚とフローの関係の決定係数0.83より

表-4 調査およびフロー

記号	膜厚	余剰ペースト量 (cm <sup>3</sup> /l)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )			フロー (mm)
			W	C	S	
E	10 $\mu$ m	89	260	473	1685	175
B		89	284	516	1445	203
F		84	270	491	1650	208
SD		93	291	529	1478	205
H		84	240	436	1572	176
O		88	262	476	1497	177
CS		88	275	501	1457	185
E	20 $\mu$ m	164	290	527	1547	232
B		164	312	567	1327	247
F		155	297	540	1522	250
SD		171	319	580	1352	246
H		155	270	490	1450	231
O		161	291	529	1376	233
CS		162	303	552	1340	235

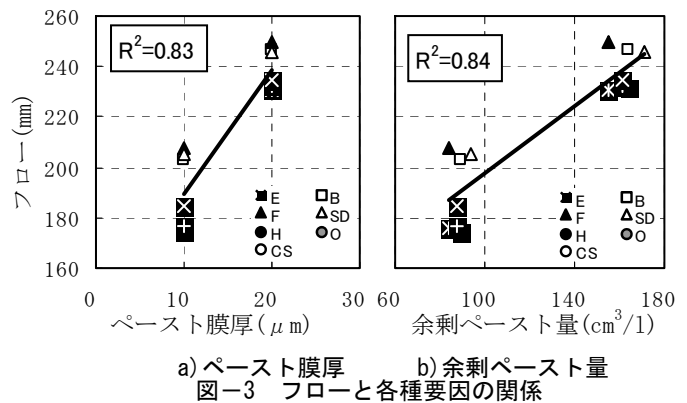


表-5 骨材試験結果

粗粒率	絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)	実積率 (%)	緩実積率 (%)	流下時間 (sec/l)	安息角 ( $^{\circ}$ )	比表面積 (cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> )
2.20	2.61	1.14	61.0	54.5	43.7	34.0	216.8
2.50	2.61	1.16	62.2	55.7	43.9	32.5	183.8
2.70	2.60	1.18	62.2	56.0	45.9	32.5	154.4
2.90	2.60	1.19	63.4	56.6	46.5	32.3	140.4
3.20	2.60	1.22	63.5	56.9	48.6	31.5	116.2

も、僅かではあるが良い結果となった。よって、多様な特性を有する細骨材の場合、ペースト膜厚より余剰ペースト量のほうがフローとの相関は良いが、その差は僅かでありほぼ同様と考えられる。

##### 4.3 フローの推定式

図-4 a)には、筆者らが提案した補正方法を用いて、ペースト膜厚理論を基にフローを推定した推定値と実測値の関係を示している。これによると、決定係数は0.92と比較的高い値を示した。また、図-4 b)には余剰ペースト量を基に補正を行い、フローを推定した推定値と実測値の関係を示している。これによると、決定係数は0.90と高い値を示した。推定に用いた式を次に示す。

$$Mf=4.92 \times Pt+15.3 \times G+1.77 \times Ft+15.1 \cdots \cdots (1)$$

$$Mf=0.65 \times Et+16.0 \times G+1.78 \times Ft+23.6 \cdots \cdots (2)$$

ここに、

Mf:フロー(mm), Pt:ペースト膜厚( $\mu\text{m}$ )

Ep:余剰ペースト量( $\text{cm}^3/\text{l}$ )

G:絶乾密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), Ft:流下時間(sec/l)

余剰ペースト量およびペースト膜厚は、それのみでフローとの相関をみると余剰ペースト量のほうが相関は僅かに良いが、骨材特性で補正を行なうことでペースト膜厚のほうが相関は良くなった。これは、現在コンクリートなどに用いられる骨材が多様化しており表面性状が非常に複雑なため、ペースト膜厚の形成が一様ではなく本来の流動性に影響を及ぼすペースト膜厚が算出できず相関が悪くなると考えられる。つまり、現在の細骨材に対してペースト膜厚理論のペースト膜厚の算出が、余剰ペースト量を骨材の全表面積で除すという算出方法では流動性に影響を及ぼす膜厚の算出が困難と考えられる。そのため、骨材特性(ここでは流下時間と密度)で補正を行なう必要があると考えられる。なお、今回 Ft の偏回帰係数はプラスとなり文献3)と逆となったが、これは対象とした骨材の種類やロットの相違に起因するものと考えられ、今後の検討課題である。

#### 4.4 緩実積率の適用性

3章で実積率と緩実積率は同様の傾向であると述べた。そのため、ここではペースト膜厚の算出に本来は実積率を用いるが、試験者による測定誤差の小さい緩実積率をペースト膜厚の算出に用いることを検討する。図-5 a), b)に緩実積率より算出した余剰ペースト量およびペースト膜厚を用いて、絶乾密度と流下時間で補正を行った推定値と実測値の関係を示す。推定に用いた式を次に示す。

$$Mf=5.33 \times Pt+6.85 \times G+3.11 \times Ft+28.4 \cdots \cdots (3)$$

$$Mf=0.60 \times Et+6.77 \times G+2.98 \times Ft+35.1 \cdots \cdots (4)$$

ここに、

Mf:フロー(mm), Pt:ペースト膜厚( $\mu\text{m}$ )

Ep:余剰ペースト量( $\text{cm}^3/\text{l}$ )

G:絶乾密度( $\text{g}/\text{cm}^3$ ), Ft:流下時間(sec/l)

図-5 a), b)によると、決定係数はペースト膜厚を用いた場合で0.94, 余剰ペースト量を用いた場合で0.93と高い値を示し、実積率で算出した場合より精度が良い結果となった。これは、緩実積率が実積率のように突き棒で突くという作業がなく、自然落下のみであり、試験者によるばらつきが小さいため精度が上がったと考えられる。以上より、緩実積率は実積率より精度良くペースト膜厚・余剰ペースト量の算出およびフローの推定を行なえる可能性があるといえる。

### 5. 粗粒率の違いが流動性に及ぼす影響に関する実験

#### 5.1 粗粒率の違い

これまで、粗粒率の違いが流動性に及ぼす影響につい

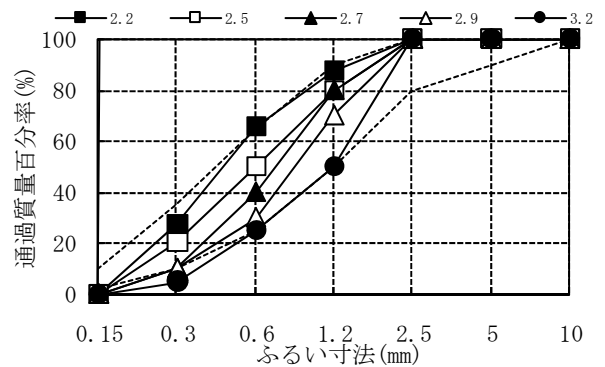
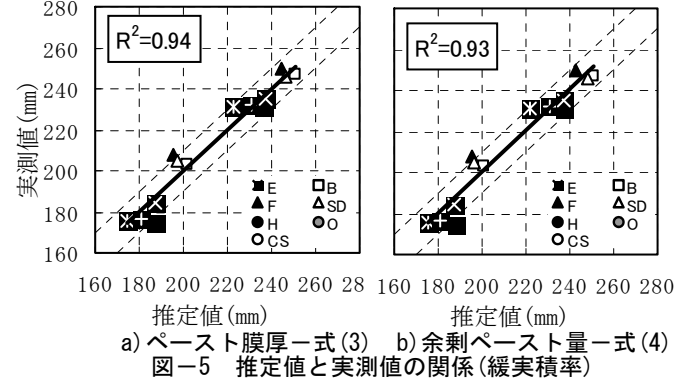
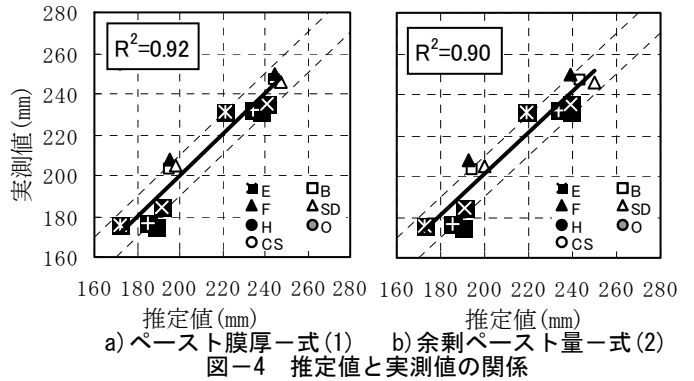


図-6 粒度分布

てはいくつか検討されてきた<sup>7)</sup>。しかしながら、粗粒率が異なることで流動性も異なるといわれているが、未だ不明な点が多い。また、ペースト膜厚と粗粒率の関係についての検討例も少ない。そのため、本研究では粗粒率の違いがモルタルの流動性に及ぼす影響について検討を行ない、モルタルフローの推定を試みた。検討に用いた細骨材の粒度分布を図-6に示す。

#### 5.2 骨材試験結果

表-5に粗粒率2.20, 2.50, 2.70, 2.90, 3.20の大井川産陸砂のそれぞれの骨材試験結果を示す。これによると、実積率、緩実積率においては粗粒率が大きくなるにつれて値が大きくなった。また、それ以外の骨材試験でも、絶乾密度以外では粗粒率の変化に応じて試験結果が変化している。特に、流下時間は粗粒率が大きくなるにつれて値が大きくなり、比表面積は粗粒率が大きくなるにつれて値が小さくなっている。つまり、全体の骨材に対してどの粒径の割合が大きいかで試験結果は変化している

といえる。また、単粒度の試験結果を把握していれば混合粒度にしたときの試験結果がある程度把握できる可能性がある。

### 5.3 モルタル実験

モルタル実験は、ペースト膜厚を  $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$  とした。調査およびフレッシュ性状を表-6に示す。図-7 a)にはペースト膜厚とフローの関係を示している。これによると、同一ペースト膜厚であっても  $10\mu\text{m}$  で約  $8.0\text{mm}$ 、 $20\mu\text{m}$  で約  $12\text{mm}$  の標準偏差であり、粗粒率が異なるとフローも異なる結果となった。また、図-7 b)には粗粒率とフローの関係を示しているが、これによると、粗粒率が大きくなるにつれてフローが小さくなる傾向が認められた。このことより、同一骨材において粗粒率が異なると、ペースト膜厚を一定にしてもフローは一定にならないことが認められた。また、これは既報<sup>7)</sup>の見解と一致している。

### 5.4 流動性の把握

ここでは、粗粒率が異なる場合もペースト膜厚に骨材特性で補正することで流動性を推定することが可能かを試みた。図-8 a)にはペースト膜厚を流下時間で補正、図-8 b)には余剰ペースト量を流下時間で補正を行なったときの推定値と実測値の関係を示している。これによると、決定係数はペースト膜厚からでは  $0.99$ 、余剰ペースト量からでは  $0.98$  と高い値を示し推定値と実測値の関係は良好であるといえる。このことより、粗粒率が異なってもペースト膜厚理論を用いて骨材特性(ここでは流下時間)で補正を行なうことでモルタルフローの精度良い推定が可能であるといえる。

## 6. まとめ

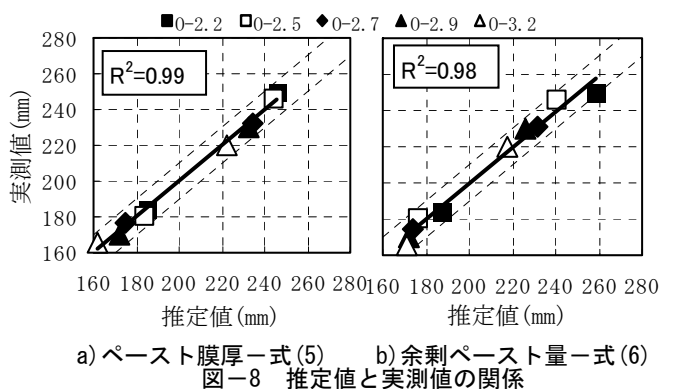
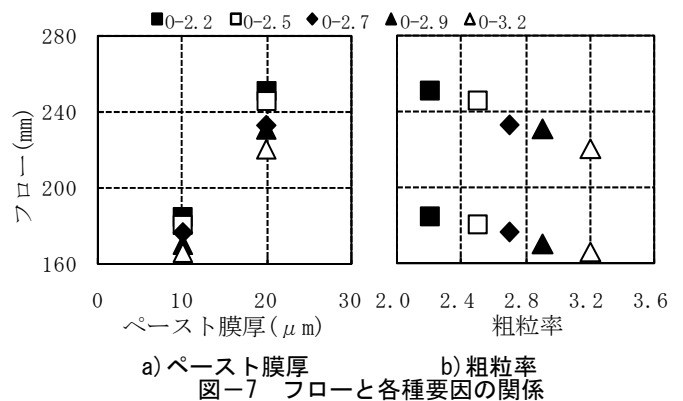
- (1) 実積率、緩実積率、流下時間、安息角および比表面積は、項目により試験結果に及ぼす要因が異なるため、組み合わせることで、骨材の粒子形状あるいは表面性状を詳細に把握することが可能であった。
- (2) ペースト膜厚理論を応用し絶対密度と流下時間で補正を行なうことで、モルタルフローを推定することが可能であった。
- (3) 粒度分布が異なっても、ペースト膜厚を流下時間で補正を行なうことでフローの推定は可能であった。
- (4) 余剰ペースト量およびペースト膜厚の算出に、緩実積率を用いることでモルタルフローの推定精度が上がる可能性がある。

### 参考文献

- 1) C.T.Kennedy : The Design of Concrete Mixtures , Proceedings of ACI, Vol.36, pp.373-400, Feb.1940
- 2) 並木洋, 阿部道彦 : モルタルの流動性に及ぼすスラグ

表-6 調査およびフロー

記号	膜厚	余剰ペースト量 (cm <sup>3</sup> /l)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )			フロー(mm)
			W	C	S	
O-2.2	10	117	280	510	1422	185
O-2.5		103	268	488	1472	180
O-2.7		88	262	476	1497	177
O-2.9		82	253	459	1538	170
O-3.2		69	247	449	1557	166
O-2.2	20	209	316	575	1273	250
O-2.5		186	301	547	1335	246
O-2.7		161	291	529	1376	233
O-2.9		151	281	510	1421	230
O-3.2		129	271	493	1457	221



細骨材の特性の影響に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1083-1084, 2007.8

- 3) 古川雄太, 樽田哲郎, 阿部道彦 : ペースト膜厚理論を応用したモルタルの流動性の推定(その1~その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.613-616, 2008.9
- 4) 森田司郎, 安井久三 : 流下時間による各種骨材の粒度・粒形の新評価方法, セメント技術年報34, pp.156-163, 1980.5
- 5) 飯岡豊, 豊福俊泰 : コンクリートの強度および耐久性におよぼす骨材粒の特質, セメント技術年報 31, pp.191-199, 1977.5
- 6) 阿部道彦, 洪悦郎 : 試作透過装置による砕砂の比表面積測定を試み, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.59-60, 1978.9
- 7) Le Quang Nhut ほか : 細骨材の粒度がモルタルの流動性・強度に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.61-66, 2005