

## V-6 減圧吸水法による細骨材の密度・吸水率測定の問題点

足利工業大学工学部 正会員 ○松 村 仁 夫  
 同 上 正会員 黒井 登起雄  
 同 上 正会員 宮 澤 伸 吾

## 1. まえがき

細骨材の種類の多様化に伴って、表乾判定の個人差の問題など、JIS試験方法の限界が指摘されている。著者らは、減圧吸水法による容積測定から細骨材の表乾判定、密度・吸水率を算定について検討してきた<sup>1)</sup>。本研究では、減圧吸水法における細骨材の表乾状態の判定について考察した。また、この方法による測定に及ぼす細骨材中の微粒分の影響をガラスビーズによる実験によって検討した。

## 2. 使用材料および実験概要

2.1 使用材料 細骨材は、洗砂、川砂、山砂、ダム堆砂、砕砂、火山灰、副産細骨材（フェロニッケルスラグ、銅スラグ）など種類、産地のことなる12種類を用いた。また、微粒分の影響を調べる実験には、0.15mm以上の粒度の細骨材がモデル化でき、かつ吸水率しないとの条件からガラスビーズを選定した。ガラスビーズ（モデル細骨材）の密度および粒度は、表-1に示す。粒径0.15mm未満の微粒分は、銅スラグダストと碎石ダストの2種類とした。それぞれの微粒分の性質（密度、比表面積、平均粒径）は、表-2に示す。

表-1 モデル細骨材の性質

| 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 粒径の範囲<br>(mm) | 粗粒率  | 粒度分布 [ふるいの呼び径(mm)／残留百分率(%)] |     |     |     |     |      |
|----------------------------|---------------|------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
|                            |               |      | 5.0                         | 2.5 | 1.2 | 0.6 | 0.3 | 0.15 |
| 2.46                       | 4.7~0.15      | 3.24 | 0                           | 18  | 45  | 72  | 90  | 100  |

表-2 微粉（ダスト）の性質

| 種 類     | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 粉末度<br>(cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup> ) | 平均粒径<br>(μm) |
|---------|----------------------------|--------------------------------------------|--------------|
| 銅スラグダスト | 3.60                       | 3600                                       | 60.4         |
| 砕石ダスト   | 2.74                       | 6800                                       | 45.7         |

2.2 実験方法 ① 各種細骨材の場合、絶乾状態にした約500gを試料とした。また、モデル細骨材の場合、試料は所定量のガラスビーズに粒径0.15mm未満の微粒分（ダスト）を加えたものを用いた。ガラスビーズの量は、約190mlとし、加える微粒分は、0、25g(5%)、50g(10.9%)、75g(15.6%)、115g(25.7%)、200g(37.6%)の6水準とした。② 見掛けの絶対容積の測定は、減圧吸水法によって細骨材の見掛けの絶対容積の経時変化を測定する方法で行った。試験個数は、1水準3個とした。細骨材の密度および吸水率は、絶対容積測定の結果からそれぞれ算定した<sup>1)</sup>。

## 3. 結果および考察

3.1 減圧吸水法における細骨材の表乾判定 細骨材の表乾状態の判定は、減圧吸水実験における巻き込み気泡除去後の細骨材の絶対容積の算定によって行うことができる。図-1は、細骨材の表乾状態を判定するために作成した「減圧処理時間と絶対容積の減少速度との関係」の一例を示す。また、図-2は、減圧処理時間に伴う細骨材の算定密度（表乾密度）の変化の一例を示す。図-2より、算定密度は、減圧処理時間20~30分以降著しくその変化が小さくなり、その時間における密度および吸水率が細骨材の表乾状態の密度と考えられる。このときの絶対容積の減少速度は0.1ml/分以下である。したがって、図-1によって細骨材の表乾状態を判定する場合、絶対容積の減少速度0.1ml/分を基準にすればよいと

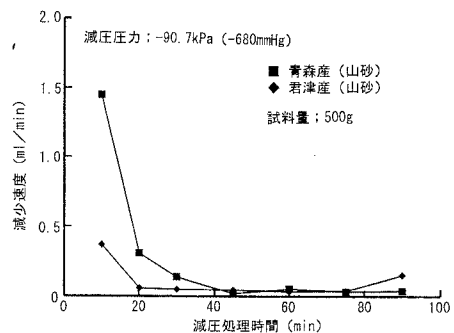


図-1 処理時間と容積の減少速度との関係

キーワード：細骨材、表乾状態、減圧吸水、密度、吸水率、微粒分

連絡先：〒326-8558 足利市大前町268-1 TEL 0284-62-0605 FAX 0284-64-1061

考えられる。

### 3.2 微粒分の影響

図-3は、微粒分を全く混入しないモデル細骨材（ガラスビーズ）の処理時間と見掛けの絶対容積との関係を示す。ガラスビーズだけの絶対容積は、巻き込み気泡が減圧処理10分で除去され、一定の値となる。図-4は、銅スラグダストを混入（25%）したときのモデル細骨材の処理時間と見掛けの絶対容積との関係の一例を示す。図より、銅スラグダスト混入の場合、減圧初期の10分で巻き込み気泡がかなり除去されるため、見掛けの絶対容積の減少は大きい、それ以降著しく緩やかになる。また、碎石ダストの場合には、ダスト混入率に関わらず、絶対容積の減少が緩やかである。これらは、いずれもダスト（粒径0.15mm未満）がフロック状になり、巻き込み気泡が減圧処理時に抜けにくくなるためであると考えられる。したがって、微粒分が多く含まれる細骨材の場合には、巻き込み気泡の除去と吸水による見掛けの絶対容積の減少とが判別できにくくなるために、表乾状態の判定も難しいようである。図-5は、ダスト混入率に伴うモデル細骨材の密度の実測値と計算値との相関の一例を示す。図-5より、銅スラグダストを混入した場合、表乾状態を判定して算定した密度は、いずれの混入率においても、計算値より幾分小さくなる。しかし、ダストの吸水がないものとして算定（24または48時間後に巻き込み気泡を強制的に除去して算定）した密度は、ほぼ計算値と一致する。密度は、計算値の $-0.011 \sim +0.019 \text{ g/cm}^3$ の範囲であった。また、碎石ダストの場合、表乾状態の判定は難しい。しかし、ダストの吸水がないものとして算定した密度は、ほぼ計算値と一致する（ $-0.017 \sim +0.027 \text{ g/cm}^3$ ）。なお、10分間強制的に巻き込み気泡を除去したときの銅スラグダスト混入試料（ダスト混入率15.6%）と碎石ダスト混入試料の密度は、直後において、それぞれ $2.611 \text{ g/cm}^3$ および $2.511 \text{ g/cm}^3$ 、24時間経過した後において、 $2.621 \text{ g/cm}^3$ および $2.523 \text{ g/cm}^3$ であり、24時間の時間経過によって若干大きくなる傾向がある。この原因は、微粒分のフロックに起因する巻き込み気泡除去の遅れなのか、微粒分の吸水なのか、現段階において不明である。なお、今後は、0.15mm未満の微粒分の吸水の有無およびその分散方法について検討する必要がある。

〔参考文献〕1) 松村, 黒井, 宮澤: 減圧吸水法による各種細骨材の比重および吸水率の測定, 土木学会第53回年次講演会講演概要集V, pp. 478-479, 1998.10

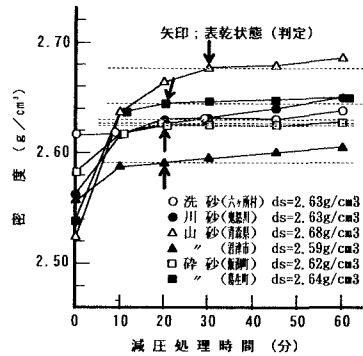


図-3 ガラスビーズの絶対容積

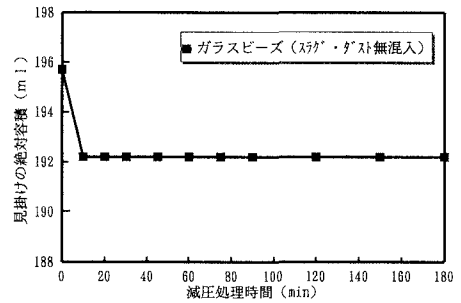


図-4 ダスト混入ビーズの絶対容積

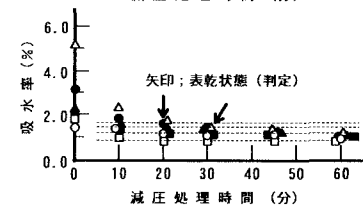


図-2 処理時間に伴う密度の変化

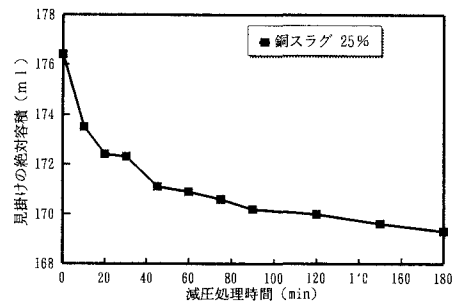


図-4 ダスト混入ビーズの絶対容積

図-2 処理時間に伴う密度の変化  
対容積との関係の一例を示す。図より、銅スラグダスト混入の場合、減圧初期の10分で巻き込み気泡がかなり除去されるため、見掛けの絶対容積の減少は大きい、それ以降著しく緩やかになる。また、碎石ダストの場合には、ダスト混入率に関わらず、絶対容積の減少が緩やかである。これらは、いずれもダスト（粒径0.15mm未満）がフロック状になり、巻き込み気泡が減圧処理時に抜けにくくなるためであると考えられる。したがって、微粒分が多く含まれる細骨材の場合には、巻き込み気泡の除去と吸水による見掛けの絶対容積の減少とが判別できにくくなるために、表乾状態の判定も難しいようである。図-5は、ダスト混入率に伴うモデル細骨材の密度の実測値と計算値との相関の一例を示す。図-5より、銅スラグダストを混入した場合、表乾状態を判定して算定した密度は、いずれの混入率においても、計算値より幾分小さくなる。しかし、ダストの吸水がないものとして算定（24または48時間後に巻き込み気泡を強制的に除去して算定）した密度は、ほぼ計算値と一致する。密度は、計算値の $-0.011 \sim +0.019 \text{ g/cm}^3$ の範囲であった。また、碎石ダストの場合、表乾状態の判定は難しい。しかし、ダストの吸水がないものとして算定した密度は、ほぼ計算値と一致する（ $-0.017 \sim +0.027 \text{ g/cm}^3$ ）。なお、10分間強制的に巻き込み気泡を除去したときの銅スラグダスト混入試料（ダスト混入率15.6%）と碎石ダスト混入試料の密度は、直後において、それぞれ $2.611 \text{ g/cm}^3$ および $2.511 \text{ g/cm}^3$ 、24時間経過した後において、 $2.621 \text{ g/cm}^3$ および $2.523 \text{ g/cm}^3$ であり、24時間の時間経過によって若干大きくなる傾向がある。この原因は、微粒分のフロックに起因する巻き込み気泡除去の遅れなのか、微粒分の吸水なのか、現段階において不明である。なお、今後は、0.15mm未満の微粒分の吸水の有無およびその分散方法について検討する必要がある。

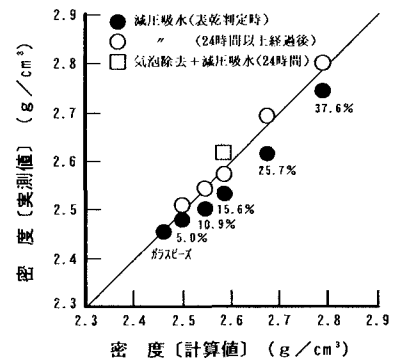


図-5 密度の実測値と計算値の相関 (銅スラグダスト)