

**第 39 回地盤工学研究発表会 (新潟市)**  
**DS-13 「砂～砂礫の最小・最大密度試験方法、基準化への歩み」議事録**

**日 時:**平成 16 年 7 月 7 日 (水) 14:50～18:00

**場 所:**新潟朱鷺メッセ国際会議場 第 1 会場

**出 席:**國生委員長, 畑中副委員長, 原幹事, 小林幹事, 工藤委員, 後藤委員, 小濱委員, 下村委員,  
山田委員, 村山委員  
一般参加者約 50 名

**座 長:**國生剛治 委員長

**議 事:**

1. 話題提供:吉見吉昭 (東工大)「砂の相対密度試験法—その回顧と展望—」
2. 一般発表:論文番号 251～256
3. 砂礫の最小・最大密度試験法基準案の紹介:國生剛治 委員長, 原忠幹事
4. 基準案に対する討議

**議事内容:**

**1. 話題提供:**吉見吉昭 (東工大)「砂の相対密度試験法—その回顧と展望—」

- ・砂の基準設立に向けた活動内容, 相対密度の意義, 最小・最大密度試験の詳細とその活用方法, 砂礫の相対密度に関する展望, などについて話題提供していただいた。
- ・相対密度は安定した意味での密度 (index density) であり, 実際には最小・最大密度はゼロ以下, 100%以上がありうる。
- ・原位置での土の相対密度を知ることが難しいが, 締固め工事の施工目標としての意義がある。
- ・砂の基準のうち, 最小密度試験方法ではロートの出口径が大きく影響し, ふるい引き揚げ法や容器反転方法では密度がおおきくなること, 最大密度試験方法では打撃中にモールドを固定すると密度が大きく得られないことなどの経験談が説明された。
- ・その他, ASTM の最大密度試験法はその適用範囲が広いが, 多量の試料を要し粒子破碎が起きやすいこと, 最小・最大密度試験方法には操作が簡単で個人差が少なく再現性がよく, 分級, 細粒分の一散が少ないこと, 粒子破碎が少ない範囲でできるだけ大きな密度が得られる方法の選択が必要であるとのコメントは, 砂礫の最小・最大密度試験方法の基準化を進める上でも重要であると考えられる。

**2. 一般発表:**論文番号 No.251～256

- ・No.251「砂地盤の締め具合と強度特性の関係についての一考察」

千葉工業大学

国際会員

畑中宗憲,

学生会員

○松村直樹, 馮 雷

・No.252「砂礫の最小密度試験における試料の粒度特性と上端面計測法に関する一考察」

|          |      |            |
|----------|------|------------|
| 中央大学理工学部 | 正会員  | 國生剛治, 原 忠  |
|          | 学生会員 | ○村端敬太, 森山豊 |

・No.253「砂礫の最小・最大密度試験に及ぼす適用限界粒度の検討」

|          |      |            |
|----------|------|------------|
| 中央大学理工学部 | 正会員  | ○原 忠, 國生剛治 |
|          | 学生会員 | 村端敬太, 森山豊  |

・No.254「粒度分布の異なるロックフィル材の最小・最大密度」

|            |      |                    |
|------------|------|--------------------|
| (株)ニュージェック | 正会員  | ○平井俊之, 竹澤請一郎, 片山周平 |
| 関西電力(株)    | 正会員  | 森建二, 岩名大輔          |
| 中央大学理工学部   | 正会員  | 原 忠                |
|            | 学生会員 | 村端敬太               |

・No.255「4 種類の容器を用いた均一ステンレス球の最密充填特性」

|          |      |            |
|----------|------|------------|
| 名城大学理工学部 | 学生会員 | ○荒金聡, 石井亮介 |
|          | 正会員  | 内藤充則, 板橋一雄 |

・No.256「2 つの試験法による相馬砂の相対密度の相違」

|          |      |            |
|----------|------|------------|
| 名城大学理工学部 | 学生会員 | ○石井亮介, 荒金聡 |
|          | 正会員  | 板橋一雄       |

■ 一般発表に対する討議

・砂礫の最小・最大密度方法の対象とする利用方法は？現在の議論の中心は、どちらかと言えば実務より学問的であるので、もう少し具体的サイトを取り上げるなど現場を意識しながら基準化を進めるべきではないか。→本件については基準案の説明において具体的な活用事例が触れられているので、改めて討議したい。

・No.256 について、メスシリンダー法の周面摩擦の影響と海外の文献があれば紹介していただきたい。→周面摩擦の影響はあると思う。海外の文献は未調査。

・No.256 について、サイズ効果と粒子の充填特性との関係を論じているが、何故モールドの高さだけを变化させるのか。→基準化をターゲットとした場合、内径は材料等の事情から既に決まってしまう可能性が高い。仮に、内径が決まった場合モールド高さが充填特性にどの程度影響するのかを検討することも必要と思われるので、本研究では高さのみを变化させた。

・No.284 について、粒子破碎が討議されているが、加振機についての具体的な検討は行ったのか。→加振力は豊浦砂によるキャリブレーション試験により決定している。同一締固めエネルギーに対してこのような差が生じたのは、用いた材料の風化特性が大きく影響していると判断した。

- ・No284 について相似粒度の材料であれば、最大粒径、均等係数に依存し最小・最大密度が増加する事例が多く報告されているが、この研究では最大粒径によらず最小・最大密度が言って一を示すという解釈でよろしいですか。→本研究で用いた試料ではそのような傾向が得られた。

### 3. 砂礫の最小・最大密度試験法基準案の紹介

- ・基準の紹介：國生剛治 委員長
- ・基準の解説の紹介：原 忠 幹事

### 4. 討議 (座長：國生委員長)

- ・最小・最大密度試験に用いる試料は基準案では乾燥状態で示されているが、それでよいのか？乾燥状態の試料にこだわる理由は特に無いのではないか。砂の場合は粒子移動を考慮すると乾燥状態の方が動きやすい。砂礫の場合は多少含水を持っていた方が締めやすいのではないか。→ 現状の砂の基準との連続性を考えた場合、加振力の調整によりバイブレーターを用いた場合も砂の基準に準拠するような最大密度が得られるので、現状の基準案で特段問題はないように思う。
- ・建築では、土質定数として必要な土質定数  $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma$  などは標準貫入試験結果からある安全率の中で推定して決定している。特に水を抜くケースについては問題となることが多いが、これから作ろうとされている砂礫の試験法で、 $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma$  などを推定する、もしくは現場土のテストピースとなるような結果を簡単に求めることができるのだろうか。→ 今回のこの基準は最小密度、最大密度を求めるだけの試験であり、そこまでの利用に関しては本試験の範疇ではないが、ここで得られた結果から相対密度を求めて、その密度で強度試験を行うときの参考にはなると思う。
- ・繰り返し荷重と体積収縮が関係ありそうであるが、多数回加えて試料の体積が増加傾向を示すような試験は実施しているのか、もしくはそのようなデータが存在するのか。→ 最大密度は現状ではあくまで Index としてとらえており、そのような試験は実施していない。
- ・ダム材料などでは粒度分布がよいので、試料投入時は 1 投入ごとに概ね粒度をそろえたほうがよいと思う。ワンカップ毎粒度分布を規定したらどうか。→ 現状の基準案では 1 層ごとに粒度を併せることにしているが、1 投入ごとまでは考えていない。今後検討したい。
- ・破碎状況によってその供試体の密度は変わってくるので、破碎する材料に関しては破碎率で規定を設けた方がよいと思う。→ 広く多くの技術者に試験方法を利用してもらうという目的としており、現状の基準ではそのような規定を設けず間口を広くしている。従って、破碎性材料に関しても破碎率の報告のみを義務付けて利用してもらうようにしている。利用者の用途には多少の破碎も猶予を与える場合も考えられるので、本件に関してはデータが集まった段階で今後の議論にしたい。
- ・粒子の鉱物により破碎性が異なることが考えられる。→ 鉱物特性との関係については今まで考えていなかったが、少なくとも試験材料の岩種が何であることを記述する必要があるように思う。
- ・まさ土のような破碎性材料に炉乾燥を適用してよいか。→ 炉乾燥は試験後に含水比を求める

ために使用するものであり、試験前の試料の乾燥状態はできる限り気乾状態で実施するよう解説中に示す予定である。

- ・破砕率についてはいろいろな計算方法があるので、Marsal の方法より得られた数値よりむしろ粒径加積曲線を示した方がよいのではないかと。→ 現状の基準案では破砕率の数値のみの報告になっている。ただし、粒径加積曲線を残せば後でどのようにも計算ができるため理想に近い。検討する。
- ・砂礫の最小密度・最大密度試験方法は砂と比べてかなり難しいと感じる。しかし、本報告を拝見したところ、試験結果に及ぼす影響因子を様々な角度から詳細に検討されており、驚いた。基準案の全体像に特に誤りと思われる部分は見られないので、今後とも委員会の方針に従い基準案作りを進めていけばよいと思う。

以 上