

含水率の異なる土砂を用いた災害現場で 活用可能な土砂モルタルの開発

(呉地域オープンカレッジネットワーク会議地域活性化研究)

呉工業高等専門学校 環境都市工学分野 教授 堀口 至

1. はじめに

近年、日本では豪雨を伴う大規模な土砂災害が頻発している。その際に発生した災害土砂の多くは埋め立て処分されるため、土砂の新たな活用方法の考案も必要である。既往の研究より、水セメント比=85~170%のスラリー状の災害土砂モルタルは、型枠打込み時に過剰な水分を抜くことで、水を抜かない供試体の圧縮強度以上の値を示すことがわかっている。ただし、試験には1種類の土砂(含水率8~13%)しか使用していないため、本研究では3種類の異なる含水状態の土砂を用意して、スラリー状土砂モルタルを作製し、そのフレッシュ性状及び圧縮強度に及ぼす水抜き効果について検討した。

2. 試験方法

2.1 使用土砂

本研究では、本校環境都市工学棟西側の庭から2018年に採取した土砂(以下、庭土)を使用した。なお、この土砂からはふるいにより5mm以上の石や草木を取り除いた。その後、土砂を乾燥炉で乾燥させたもの(含水率0.5~1.4%:D)、乾燥させた土砂に水を加えて少し湿潤にしたもの(9.5~11.7%:W)、かなり湿潤にしたもの(15.6~17.4%:TW)の3種類の湿り具合になるように水分調整を行った。

また、JIS A 1202に基づいて求めた庭土の密度は $2.50\text{g}/\text{cm}^3$ であり、図1にJIS A 1204に基づいて求めた粒径加積曲線を示す。なお、平成30年7月豪雨で災害時に採取した災害土砂の密度は $2.48\text{g}/\text{cm}^3$ であり、図1には災害土砂の粒径加積曲線も併記する。

2.2 供試体概要

配合は質量比でセメント1に対して土砂を2、水量を0.9~1.3の範囲で変化させた。また、セメントには普通ポルトランドセメントを用いた。試料はハンドミキサーを用いて、120秒間練り混ぜた。

圧縮試験用の供試体には $\Phi 50 \times 100\text{mm}$ の円柱を用いた。水抜きを行う供試体には、ステンレスメッシュ(目開き0.077mm)を用い自作した透水型枠を使用し、水抜きを行わない場合は鋼製型枠を使用した(写真1)。今回作製したモルタルは自己充てん性が高いため、締固めは行わなかった。打設面の処理は、鋼製型枠で作製した場合はヘラを用い、透水型枠の場合は葉さじを用いて平らにした。打設後は、1~2日

間湿らせた麻布を被せたコンテナ内に供試体を静置した後、5~6日間水中($20 \pm 2^\circ\text{C}$)で養生した。

2.3 フレッシュ及び圧縮強度試験方法

土砂モルタルのフレッシュ性状評価のために、モルタルフロー試験(JIS R 5201)とプレパックドコンクリートの注入モルタル用のブリーディング試験(JSCE F 522)を行った。ただし、土砂の流動性が非常に大きいため、フローコーンにモルタルを1度で流し込み、突き棒による突固めやフローテーブルによる落下運動は行わなかった。ブリーディング試験は径50mm、長さ500mmのポリエチレン袋に約200mmの高さまでモルタルを流し込み、モルタルの体積に対する3時間経過後のブリーディング水の体積百分率をブリーディング率(%)として求めた。

圧縮強度試験はJIS A 1108に準じて行った。なお、供試体の打設面に硫黄キャッピングを行い、載荷速度はモルタルの強度が低いことを考慮し、 $0.1\text{N}/\text{mm}^2/\text{sec}$ とした。試験は材齢7日で行った。

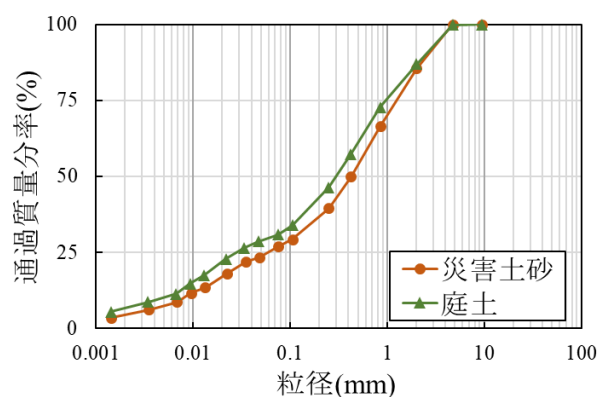


図1 土の粒径加積曲線



鋼製型枠

透水型枠

写真1 型枠

3. 試験結果及び考察

3.1 フレッシュ性状試験結果

図2に土砂モルタルの3時間後のブリーディング率とフローの関係を示す。図より、フレッシュ時の土砂モルタルのフローの増加に伴い、ブリーディング率が増加する傾向を示すことがわかる。また、同等のフローを示す土砂モルタルの場合、乾燥させた土砂Dを用いたモルタルのブリーディング率が大きくなる傾向を示した。

3.2 圧縮強度試験結果

図3に鋼製型枠と透水型枠で作製した土砂モルタルの圧縮強度とフローの関係を示す。図3aより、鋼製型枠で作製した土砂モルタルは、土砂の含水率によらず、フローの増加に伴い圧縮強度は低下する傾向を示し、フローが300mmを超えると5N/mm²程度の圧縮強度しか示さないことがわかる。一方、透水型枠で作製した土砂モルタルの圧縮強度はばらつきが大きく、フローとの相関はみられなかった(図3b)。ただし、フローが300mmを超えた土砂モルタルでも5N/mm²を超える強度を示し、最大で11.43 N/mm²の強度のモルタルもあったため、スラリー状土砂モルタルの圧縮強度への水抜き効果が確認された。

透水型枠で水を抜くことにより、土砂モルタルの圧縮強度は高くなる傾向を示したが、その強度のばらつきは大きかった。強度のばらつきの原因は、自作の型枠で作製した供試体による影響が小さくないと考えられる。φ50×100mmの透水型枠を作製するために、φ50mmの木製の丸棒にステンレスメッシュを巻き付け、番線とアルミテープで円形を保つように固定したが、メッシュの厚さが0.05mmと非常に薄く型枠の剛性があまり高くなかった。そのため、鋼製型枠で作製するように供試体断面を完全な円形にするのは難しかった。また、供試体の高さはJIS A 1132に基づき高さの許容差5%以内(95~105mm)に収まるよう作製したが、薬さじを用いて打設面を均しているため、打設面はあまり平滑ではなく、キャッピング層は厚くなる傾向がみられた。さらに、供試体打込み時に型枠からの水の排出状況を確認すると、理由は明らかではないが、型枠毎の水の排水速度が異なっていた。以上のことにより、透水型枠の型枠精度の向上や供試体打設面の仕上げ処理の検討、各供試体からの排水量の測定などを行い、土砂モルタルの圧縮強度に及ぼす水抜き効果の影響を更に検討する必要がある。

4. まとめ

(1) フレッシュ時の土砂モルタルのフローの増加に伴い、3時間後のブリーディング率が増加する傾向を示した。

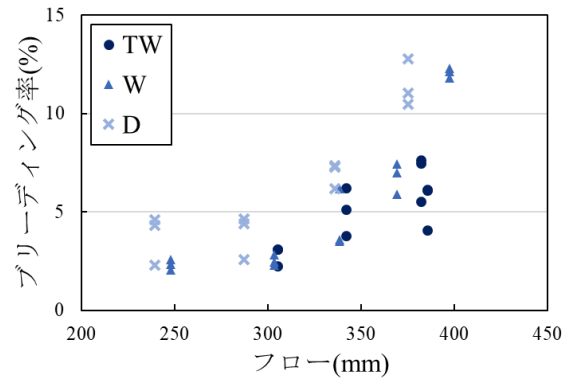


図2 ブリーディング率とフローの関係

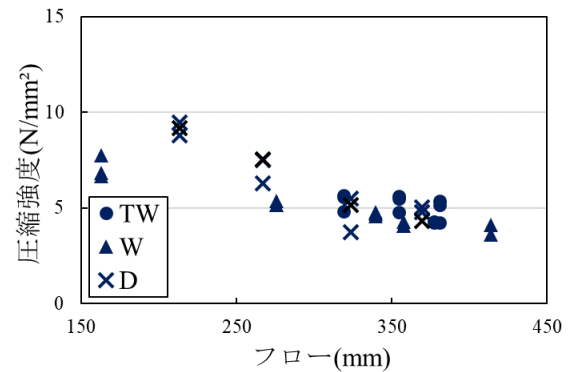


図3a 圧縮強度とフローの関係 (鋼製型枠)

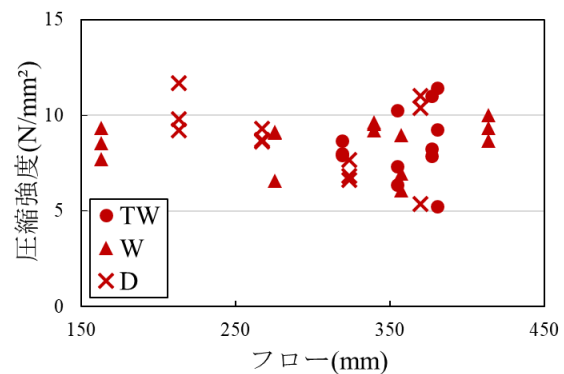


図3b 圧縮強度とフローの関係 (透水型枠)

- (2) 鋼製型枠で作製した土砂モルタルは、フローの増加に伴い圧縮強度は低下し、フローが300mmを超えると5N/mm²程度の圧縮強度しか示さなかった。
- (3) 透水型枠で作製した土砂モルタルの圧縮強度は、フローとの相関はみられなかったが、フローが300mmを超えても5N/mm²を超える強度を示し、圧縮強度への水抜き効果が確認された。

参考文献

- 1) I.Horiguchi and Y.Mimura : The effect of drainage on compressive strength of cement slurry with landslide sediment, International Conference on Regeneration and Conservation of Structures (ICRCS2022), 2022