

破碎瓦の排水性埋戻し材としての検討

名古屋工業大学 正会員 ○森河 由紀弘
 名古屋工業大学 正会員 佐藤 智範
 名古屋工業大学 正会員 前田 健一
 愛知県陶器瓦工業組合 篠田 裕重

1. はじめに

日本では古くから屋根材として粘土瓦が使われており、1973年～1995年には全国で毎年約16.5億枚（約45億トン）の粘土瓦が生産され、近い将来にはこれらの葺き替えに伴い毎年大量の廃棄瓦が発生する。また、愛知県では現在も毎年約2億枚の粘土瓦が生産され、ヒビなどが入った不良品瓦が毎年約4万トン（7%程度）発生する。そのような中、粘土瓦を細かく砕いた破碎瓦は安全性や摩擦性、軽量性、透水性が優れており、埋戻し材として用いることにより高い支持力や水平土圧の低減効果が期待できることが確認されている¹⁾²⁾。

そこで、本研究では支持力や水平土圧低減効果、埋設物の長期安定化に期待できる破碎瓦について、高排水性埋戻し材としての性能を評価するために野外での暴露実験を行った。

2. 実験概要

表-1に本検討で用いた試料の土質試験結果を示す。破碎瓦は他の材料に比べて最大乾燥密度が軽く、再生砕石と同様に透水係数が大きい。しかし、環境にやさしい破碎瓦（pH=7.8）とは異なり、再生砕石は強いアルカリ性（pH=12.5）であり、間隙水には注意する必要がある。本検討では締固め度を80%としたため、破碎瓦、再生砕石、山砂の間隙比はそれぞれ0.94、0.70、0.65程度となり、破碎瓦のみが特に大きいことが分かる。

表-1 土質試験結果

項目		破碎瓦 (0-20mm)	再生砕石 (RC-40)	山砂
土粒子の密度	ρ_s	2.579	2.609	2.651
礫分	%	76.4	84.6	32.9
砂分	%	18.1	11.8	51.5
細粒分	F_c	5.5	3.6	15.6
最大粒径	mm	26.5	37.5	37.5
均等係数	U_c	43.2	21.0	142
50%粒径	D_{50}	9.0592	11.7312	0.8989
20%粒径	D_{20}	1.3627	2.8812	0.1721
最大乾燥密度	$\rho_{d\max}$	1.663	1.920	2.003
最適含水比	w_{opt}	13.9	10.2	9.7
透水係数	k_{15}	9.2×10^{-5}	4.2×10^{-5}	1.8×10^{-6}

図-1に実験状況を示す。本検討は愛知県高浜市で行われ、地表面の不陸に伴う水溜りや地表面水の流入等による影響を避けるため、原地盤を掘削して各材料で埋戻すのではなく、直径100mm、高さ1000mmの塩ビ管土槽を地盤面に設置し、土槽側面から水分センサーをG.L.-100mm、-200mm、-300mm、-400mm、-500mm、-600mm、-800mmの深度に設置した。ここで、土壌表面からの蒸発には一般的に日射量や風、湿度、気温などが影響すると考えられるため、本検討では日除けを用いて全土槽の側面を一体で覆い、各試料における気象条件の差異や側方からの影響を受けにくい条件とした。そのため本検討では全試料について同一条件で計測を行っているため、本検討では地盤材料の違いのみが計測結果に影響を与えると考えられる。以下に本検討における排水条件を示す。

【Case A：下端部非排水条件（6/1～8/5）】

地盤内に暗渠管などが無い状況を想定したケースであり、供試体の内部に浸透した水分は土槽下端部からは排水せず、上端部からの蒸発によってのみ消費される。

【Case B：下端部排水条件（8/5～11/30）】

地盤内に暗渠管などがある状況を想定したケースであり、土槽下端部の側面に排水孔を設け、供試体内の水分は上端部からの蒸発に加え、下端部からの排水によっても消費される。

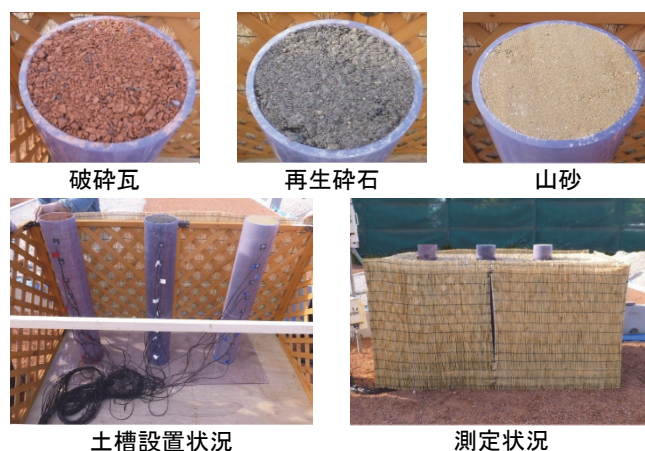


図-1 実験状況

キーワード リサイクル材, 排水性材料, 埋戻し材, 破碎瓦

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市中昭和区御器所町 名古屋工業大学16号館228号室 TEL・FAX: 052-735-5438

3. 実験結果と考察

図-2 に計測期間における時間降雨量と体積含水率を示す。また、図-3 に計測期間において最初の降雨となる非排水条件での降雨強度と日降水量、各ケースにおける飽和度を示す。供試体の表層部では降雨の浸透や蒸発等により水分が大きく変化するが、蒸発しない水分は重力の影響により下方へ浸透するため、非排水条件では深度が深いほど水分量が多くなり、その変化量は小さくなる。最初の降雨により全試料において G.L. -200 mm 程度の浅層部までは比較的すぐに浸透するが、透水係数の低い山砂では浸潤面が G.L. -400 mm に達するまでに約2時間、G.L. -600 mm に達するまでには約6時間の差が生じているが、破碎瓦や再生砕石は透水性が高いため比較的短時間で浸潤面が深部へ到達していることが分かる。また、破碎瓦は、地盤内の水分変化が早い上に飽和度が100%近くになるのに対し、再生砕石や山砂の最大飽和度は約80%である。これは、破碎瓦は間隙が大きいいため、液体水が浸透しやすい上に貯留量も大きいためだと考えられ、実際に非排水条件下で降雨が継続した結果、G.L. -300 mm で見ると再生砕石では6/28 頃に、山砂では7/1 頃に水分量が上限となっているが、破碎瓦は7/4 頃まで飽和しておらず、飽和部分での水分量は他の試料よりも多いことが分かる。しかし、全試料において一度飽和になると中々水分量は低下しないため、暗渠などの地下排水設備の重要性も併せて確認できる。

図-4 に排水条件下での計測結果の一例を示す。破碎瓦は全深度において水分変化が早く、降雨後も速やかに排水されていることが分かる。しかし、ほぼ同様の透水係数の再生砕石は、計測初期(図-3)に比べて水分変化が緩やかになっている。これは、試料内のカルシウムが水分と反応して水和物が生成されたためだと考えられ、スコップ等で掘れないほど強度が増加していた。一方で、山砂はG.L. -600 mm までは各深度で水分が変化しているが破碎瓦に比べて非常に緩やかであり、特にG.L. -800 mm では計測初期から水分量が高いままであり、排水条件後において大きな変化はなく、破碎瓦との排水性に大きな差が確認できた。

4. まとめ

本検討では破碎瓦の埋設物埋戻し材としての検討を行った。以下に本検討によって得られた知見を示す。

- 1) 破碎瓦は間隙が多く透水性も良いため、降雨等の浸透やその後の排水が早く、最大貯留量も大きい。
- 2) 摩擦性や軽量性に加え、浸透性や排水性、貯留量なども高い破碎瓦には、排水性埋戻し材として期待できる。

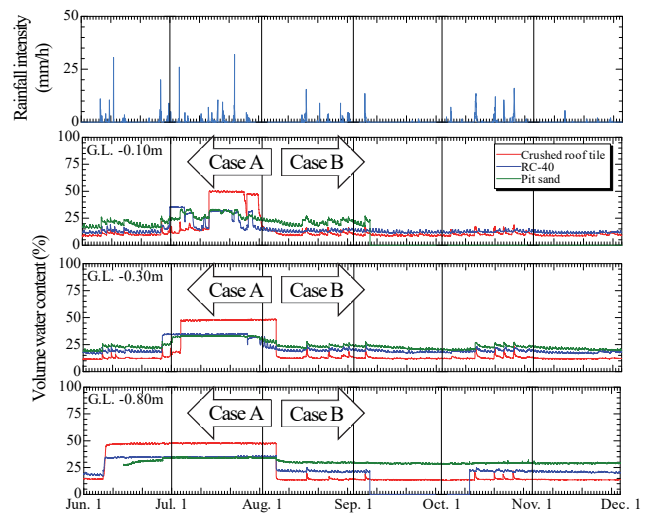


図-2 時間降雨量と体積含水率

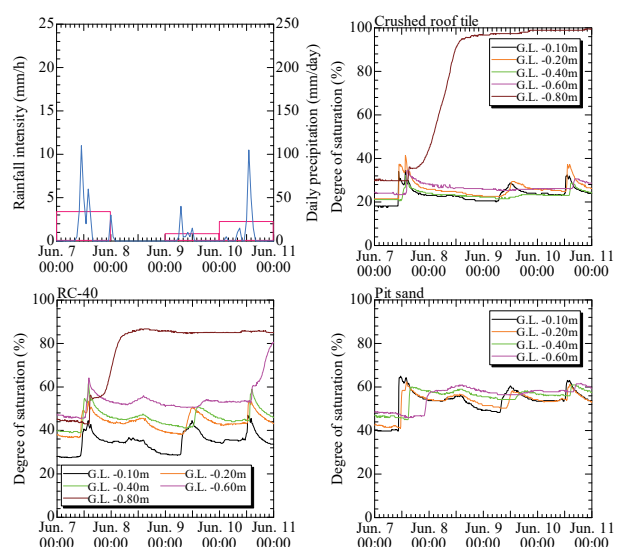


図-3 飽和度の変化 (Case A : 下端部非排水条件)

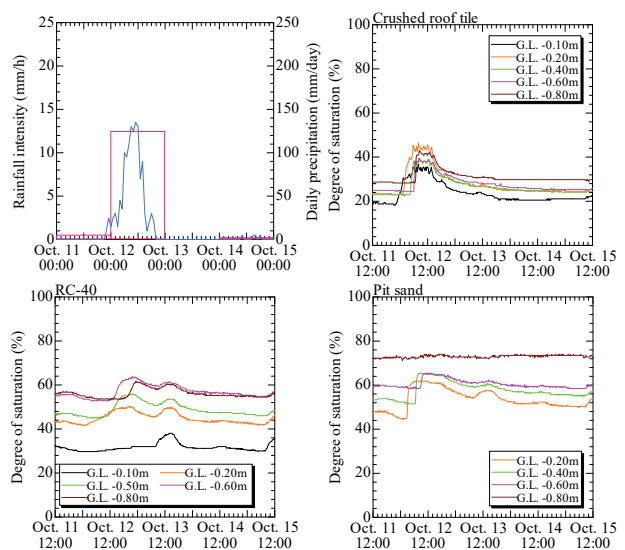


図-4 飽和度の変化 (Case B : 下端部排水条件)

参考文献

- 1) 森河ら：破碎瓦の埋設物埋戻し材としての検討，第56回地盤工学研究発表会，12-6-5-01，2021。
- 2) 森河ら：破碎瓦の擁壁および埋設物の埋戻し材としての検討，令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会，III-327，2021。