

破碎瓦の裏込め材としての適用性

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 神谷 彦二
 神谷建設株式会社 進藤 祐造

1. はじめに

近年、天然資源の有効活用や自然環境保護などの観点からリサイクル材料の利活用が推進されており、愛知県でも粘土瓦の不良品（新品）を細かく砕いた「破碎瓦」のリサイクルが古くから行われている。既往研究により、破碎瓦はリサイクル材料の中でも極めて安全であり、摩擦性や透水性、軽量性などが優れた地盤材料であることが分かっている。そこで、本研究では実際の擁壁を用いた実物大実験により、破碎瓦の裏込め材としての性能を評価した。

2. 実験概要

図-1 に実験概要図を示す。本検討では、幅 5.0m×奥行き 5.0m×高さ 2.0m の実験施設を用いて検討を行った。底板には中央部より壁面へ向けて 0.5m 間隔で 5 箇所鉛直土圧計（A～E）を設置し、ヒンジにより傾斜可能な壁面には G.L.-0.25m から 0.5m 間隔で 4 深度に水平土圧計（F～I）を設置した。

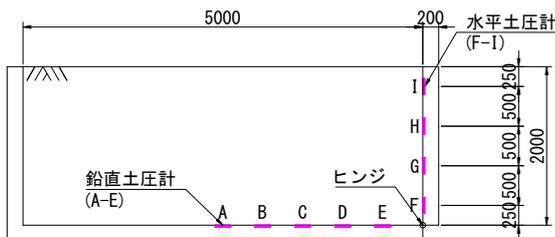
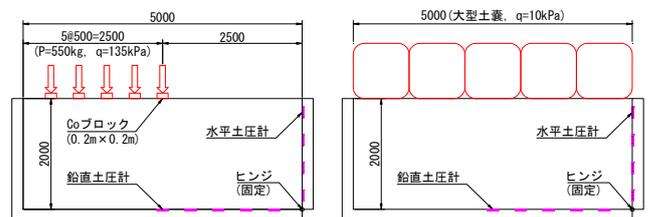


図-1 実験概要図

表-1、図-2 に本検討で行った検討項目を示す。本検討ではまず壁面を固定した状態で、埋立て直後の鉛直・水平土圧を計測した。次に、集中荷重載荷試験では中央部から水平土圧計測壁面とは逆方向に 0.5m 間隔で設置された 1 辺が 0.2m の載荷板に 550kg の大型土嚢を設置し、鉛直荷重を計測した。等分布荷重載荷試験では全面に 10kPa となるように大型土嚢を設置し、鉛直土圧と水平土圧を計測した。

表-1 検討項目

検討項目	載荷荷重	載荷位置	鉛直土圧	水平土圧
埋立て直後	—	—	○	○
集中荷重載荷試験	5.4 kN (135kPa)	0.5m 間隔	○	×
等分布荷重載荷試験	10 kPa	全面	○	○



(a) 集中荷重載荷実験 (b) 等分布荷重載荷実験

図-2 外力の載荷実験

表-2、図-3 に本検討で用いた破碎瓦 (0-20mm)、再生砕石 (RC-40) の土質試験結果を示す。再生砕石は、破碎瓦よりも粒径が大きいため透水性が高いことが分かる。内部摩擦角は、両者ともに非常に高い値を示し同等であるが、粘着力は再生砕石の方が大きい。これは、再生砕石中の細いコンクリート片が弱い自己硬化性を有するためだと考えられる。

締固め特性においては、破碎瓦の締固め曲線はなだらかであり、最大乾燥密度は小さい。一方で、再生砕石の締固め曲線は尖っており、最大乾燥密度は大きいことが分かる。そのため、破碎瓦は軽量性や強度にも優れている上に施工時の含水比に左右されにくい扱いやすい地盤材料であると言える。

キーワード リサイクル, 裏込め材, 土圧, 破碎瓦

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

再生砕石の pH は約 9.8 と比較的強いアルカリ性を示すのに対し、破碎瓦の pH は約 7.0 とほぼ中性であるため、破碎瓦が環境に与える負荷は極めて小さいと言える。すりへり減量や吸水率等は両者とも同等であった。

表-2 土質試験結果

項目			破碎瓦	再生砕石
土粒子密度試験	土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.579	2.609
土の粒度試験	礫分	%	76.4	84.6
	砂分	%	18.1	11.8
	細粒分	%	5.5	3.6
	最大粒径	mm	26.5	37.5
	均等係数	U_c	43.2	21.0
	50%粒径	D_{50} (mm)	9.0592	11.7312
土の液性限界・塑性限界試験	20%粒径	D_{20} (mm)	1.3627	2.8812
	液性限界	w_L (%)	NP	NP
	塑性限界	w_p (%)	NP	NP
縮固め試験 (A-a 法)	塑性指数	I_p	-	-
	最大乾燥密度	$\rho_{d\max}$ (g/cm ³)	1.663	1.920
三軸試験 (CD 試験)	最適含水比	w_{opt} (%)	13.9	10.2
	内部摩擦角	ϕ (°)	44.6	45.8
CBR 試験	粘着力	C (kPa)	55	102
	95%修正 CBR	%	89.5	91.4
透水試験	透水係数	k_{15} (m/s)	9.2×10^{-5}	4.2×10^{-5}
すりへり試験	すりへり減量	R (%)	28.4	25.8
吸水率試験	吸水率	Q (%)	6.87	6.89
水素イオン指数	pH		6.98	9.80

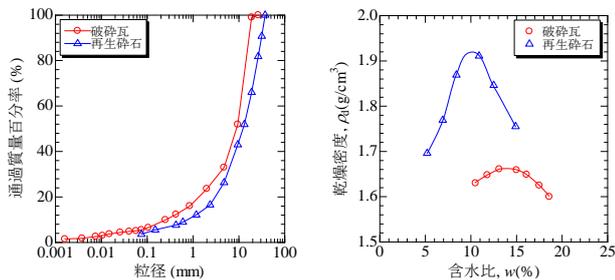


図-3 粒度分布と縮固め曲線

3. 実験結果と考察

表-3 に現場密度試験の結果を示す。図-4 に示すように、再生砕石の乾燥密度は破碎瓦より含水比の影響を受けやすい。そのため、施工時にわずかに含水比が変化しただけで、再生砕石の縮固め度は破碎瓦よりも低くなっていることが分かる。よって、破碎瓦は天候や含水比などによる影響を受けにくい「使いやすい材料」とと言える。

図-4 に埋立て直後の水平土圧、および等分布荷重載荷時における水平土圧の増分を示す。埋立て直後の水平土圧は縮固めによる影響で主動状態と受動状態の間にあることが分かる。ここで、破碎瓦の水平土圧は再生砕石よりも若干高い傾向にあるが、これは破碎瓦の縮固め度が再生砕石よりも高いためであり、同等の縮固め度で比較すれば両者は概ね同程度であると考えられる。

次に、等分布荷重 10kPa を載荷した場合、再生砕石の水平土圧増分は破碎瓦に比べて大きく、G.L.-0.25m では破碎瓦の約 3.5 倍になっていることが分かる。よって、破碎瓦は外力を受けても水平土圧の増分は小さく、安定していると言える。

図-5 に集中荷重載荷試験の結果を示す。破碎瓦と再生砕石は概ね同様の挙動を示しており、載荷位置から離れるに従ってほぼ直線的に小さくなり、約 1.5m 離れるとほぼ増加しないことが分かる。従って、両者共に鉛直荷重の影響範囲は従来の設計値とほぼ同様の 30° ~35° 程度であると考えられる。

表-3 現場密度試験結果

試料名	縮固め試験結果		現場密度試験結果			
	w_{opt} (%)	$\rho_{d\max}$ (g/cm ³)	含水比 w (%)	湿潤密度 ρ (g/cm ³)	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	縮固め度 D_c (%)
破碎瓦	13.9	1.663	7.8	1.714	1.589	95.6
再生砕石	10.2	1.920	6.5	1.748	1.642	85.5

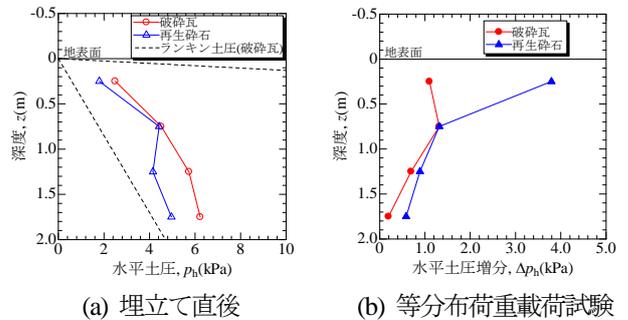


図-4 水平土圧

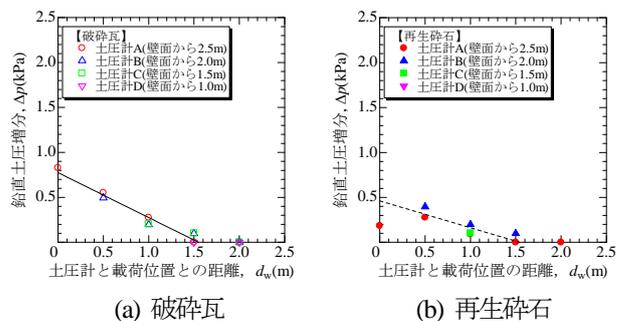


図-5 集中荷重による鉛直土圧の増分

4. まとめ

本検討では破碎瓦の擁壁の裏込め材や路盤材としての評価を行った。以下に本検討によって得られた知見を示す。

- 1) 破碎瓦は環境にやさしく安全であり、天候や施工時の含水比に左右されにくい材料、扱いやすい地盤材料である。
- 2) 破碎瓦、再生砕石共に荷重分散角は通常的设计値とほぼ同様の 30° ~35° 程度である。
- 3) 破碎瓦は再生砕石に比べて外力を受けても水平土圧増分は小さく、安定していると言える。