

III-58

大阪湾岸埋立材料の内部摩擦角と尖頭粒度の強度特性

大阪土質試験所 正会員 福田光治, 正会員 諏訪靖二
小西憲一
兵庫県 井上隆夫, 中島伸一

1. はじめに

大阪湾岸の埋立地で使用されている埋立の主な材料は瀬戸内海沿岸風化花崗岩, 和歌山や淡路島に帯状に分布する和泉層群等の頁岩, 及び第三紀神戸層群の泥岩等である。埋立形状の設計ではこうした材料の強度が必要であるが使用材料の粒径が大きく強度試験も高価であることなどのため, 資料も少なく設計に用いる強度の信頼性が低い。このため大阪湾岸の材料を中心に粒度分布と強度が示されている資料を収集するとともに, 大型三軸圧縮試験も実施し, 粗粒土の強度特性について整理した。本研究は大阪湾岸の埋立材料の粒度特性と強度の関係を示すとともに, 最大粒径が大きな粗粒土の試験でよく用いられる尖頭粒度の強度変化についても考察したものである。

2. 粗粒材の強度と粒度の関係

埋立材の強度特性を調べるために瀬戸内海の代表的な風化花崗岩系埋立材 A, B, C について ϕ 300mm, h600mm の大型三軸圧縮試験を実施した¹⁾。試料は試験器の制約により現場で最大粒径 50mm 以上をカットした尖頭粒度を用いた。このため尖頭粒度の試験結果から原粒度の強度を推定する必要がある。この方法として大阪湾岸の粗粒材の強度と粒度の關係に式(1)を適用し, その有効性を確認した上で, この式より原粒度の強度を推定した。

$$\alpha = \frac{0.3d_{50}}{\exp\{0.5(0.48 + 0.42\ln U_c)^2\}}, \quad h = \alpha \frac{e}{G_s}, \quad U_c = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \quad \tan \phi' \div 0.87 \frac{d_{10}^{0.09}}{h^{0.02}} \quad (1)^2$$

図-1, 2 は全国的な粗粒土に対して実験結果と式(1)による推定結果を比較したものである。間隙比に対する ϕ' は $30^\circ \sim 50^\circ$ でばらついているが, 式(1)による推定結果は実験 ϕ' の傾向をとらえている。

3. 大阪湾岸で見られる粗粒材の強度

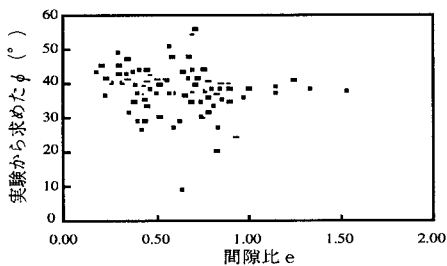


図-1 間隙比と内部摩擦角

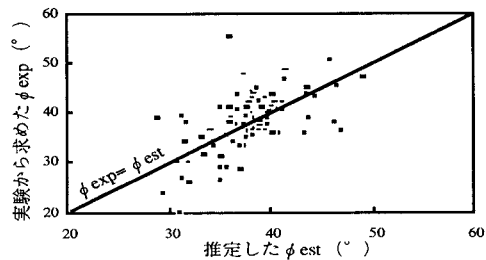


図-2 式(1)から求めた内部摩擦角

表-1, 図-3 は式(1)で求めた大阪湾岸粗粒土の強度の推定値と実験結果を示している。大阪湾岸の粗粒材も, $\phi' = 30^\circ \sim 50^\circ$ の範囲でばらついているが, 式(1)による推定値と実験値の差は平均 0.1° , 標準偏差 3.13° であり, 式(1)は有効であることがわかる。

4. 尖頭粒度と強度

表-1 の文献 7) の A と B は最大粒径 42mm, A', B' は 9.5mm の試験で尖頭粒度で調整した。最大粒径をカットすることにより実験では ϕ' が約 2.1° 低下したのに対し, 推定結果でも約 2.5° 低下してい

る。このように、尖頭粒度の強度も粒度～強度の関係の範囲内にあることがわかる。従って、原粒度の強度も式（1）に従うとすれば表-2に示すように尖頭粒度の強度 $\phi' = 36 \sim 39^\circ$ に対し原粒度の強度はやや上昇して $\phi' 38 \sim 39^\circ$ が予想される。この中で材料Bの尖頭粒度の強度が高い理由は、最大粒径をカットしたが d_{60} より小さい粒径の部分は尖頭粒度がやや粗粒側になっていたためである。以上の結果から、大阪湾岸で比較的多い花崗岩系材料土は $\phi = 34 \sim 41^\circ$ 、淡路島頁岩は、 $35 \sim 38^\circ$ で、全体的に今回の実験も含めると $\phi > 34^\circ$ である。

4. おわりに

大阪湾岸の埋立地材料の強度に関する文献が少ないため、埋立の法勾配等で必要とされる内部摩擦角の信頼性が乏しい本研究は尖頭粒度で調整した試料に関する試験結果に大阪湾岸の結果を含め、粒度と強度の関係を推定するとともに、この結果を利用して原粒度の強度を把握する方法を考えた。この結果大阪湾岸の埋立材（花崗岩系）の強度は 34° 以上期待できることがわかった。また尖頭粒度から原粒度の ϕ' の推定に式（1）が有効であることもわかった。

表-2 原粒度強度の推定

材料	原材料粒径(mm)				間隙比 e	原材料 推定 ϕd ($^{\circ}$)	尖頭粒度 ϕd	
	d60	d50	d10	Uc			推定 ($^{\circ}$)	実験 ($^{\circ}$)
A	38.400	27.100	0.129	297.7	0.25	38.0	36.9	41.3
B	9.378	5.010	0.133	70.5	0.35	38.3	38.9	40.9
C	11.700	5.306	0.171	68.4	0.28	39.0	36.0	38.8

参考文献

- 1) 中島伸一他（1994）；大阪湾岸埋立材の密度変化と粒度，第29回土質工学研究発表会（投稿中），2) 福田光治他（1986）；粗粒材の分類指標の提案，第21回土質工学研究発表会，3) 中川康一他（1977）；6・3・1 室内試験による動的試験，土質学会「大阪地盤」，4) 福井正美他（1979）；洪積砂質土のなかの乱試料とその強度特性，第14回土質工学研究発表会，PP.353～356，5) 西垣好彦他（1979）；天満砂レキ層の強度特性について，第14回土質工学研究発表会，PP.505～508，6) 西垣好彦他（1981）；洪積砂礫層の乱さない試料の採取と大型三軸圧縮試験結果，土質学会サンプリング研究委員会「土のサンプリングに関するシンポジウム」，PP.19～24，7) 内部資料，8) 木下哲生他（1990）；内田頁岩の海上埋立材としての工学的性質，災害科学研究所報告「淡路島内田頁岩の埋立材料特性に関する研究」，PP.71～80，9) 軽部大蔵他（1992）；粗粒材料の三軸試験について，建設工学研究所報告第34号，1992年11月，PP.101～119，10) 谷本喜一他（1982）；土の変形特性に及ぼす最大粒径の影響について，建設工学研究所報告第24号，PP.157-170

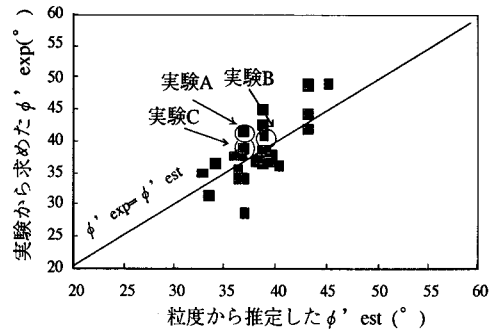


図-3 大阪湾岸埋立材料の内部摩擦角

表-1 大阪湾岸粗粒材料の強度

材 料		推定 $\phi d(^{\circ})$	実験 $\phi d(^{\circ})$	推定差
瀬戸内海 風化花崗岩	実験A	36.9	41.3	-4.4
	実験B	38.9	40.9	-2.0
	実験C	36.0	38.8	-2.8
大阪洪積砂礫 (文献3)		36.4	34.0	2.4
		36.3	35.5	0.8
		38.2	36.8	1.4
		38.8	36.5	2.3
大阪洪積砂礫 文献(4)		34.1	36.4	-2.3
		33.5	31.4	2.1
洪積、沖積砂礫 文献(5)		36.3	34.6	1.7
		38.7	45.0	-6.3
洪積砂礫 (文献6)		38.8	42.5	-3.7
		37.1	28.6	8.5
大阪洪積砂礫 (文献6)		36.3	34.2	2.1
		40.3	36.0	4.3
淡路風化花崗岩 (文献7)	A	38.7	37.2	1.5
		39.0	38.0	1.0
	A'	36.0	37.5	-1.5
		36.3	34.3	2.0
	B	38.7	38.4	0.3
		39.1	38.4	0.7
	B'	36.6	37.8	-1.2
		37.0	34.0	3.0
	39.8	37.8	2.0	
淡路島頁岩 文献(8)		39.6	37.3	2.3
		39.4	36.9	2.5
		32.8	35.0	-2.2
神戸 クラッシャーラン (文献9)		45.2	49.0	-3.7
		45.3	43.8	-3.7
		45.3	41.5	-3.8
		45.3	46.5	-0.7
		45.3	43.5	-1.8
神戸 クラッシャーラン (文献9)		45.3	41.5	-3.8
		43.2	48.7	-5.5
		43.2	44.2	-1.0
		43.2	42.0	1.2
		43.2	49.0	-5.9
		43.2	44.4	-1.2
マサ土(文献10)		43.2	41.7	1.6
		37.8	40.0	-2.2