

II-362 潜り円柱の局所洗掘に与える 構造物スケールの影響

本四公団 正員 高澤 守 正員 伊藤進一郎
鹿島建設 正員 今井 貫爾 正員 小池 司

I. はじめに

海洋構造物の洗掘予測に関する解析的アプローチは、現象の複雑さのために未だ研究段階にあり、実際の設計手法としては、現地条件をできるだけ反映させた室内水理模型実験か、実機構造物の縮小モデルを用いた現地洗掘実験により行われている。後者は、前者に比して現地の実際の自然条件下における洗掘現象をじかにとらえられることから、より精度の高い予測手法と言える。しかし、これらの現地模型は、経済性・施工性の制約より、実際の構造物に比してかなり小規模なものになってしまうため、その洗掘特性は、実大規模の構造物の洗掘よりかなり小さくなる可能性が考えられる。ここでは、この様な構造物の洗掘に与える構造物スケール（径、高さ）の影響を室内実験により検討した。水中に没したタイプの構造物（潜り円柱）の洗掘に関する研究はこれ迄少なく、ここでは特に、潜り円柱を対象とした洗掘のスケール効果を取り扱った。

II. 実験条件および実験ケース

図-1に実験に使用した実験装置の一般図を示す。装置の中央には、長さ5 m、幅5 m、深さ0.6 mの移動床が有り、移動床の中央に模型をセットする。表-1には、実験で想定した現地条件並びに模型条件の一覧を示す。流れの条件（水深、流速）および底質材は、一定とした本条件下の洗掘は、動的洗掘（scour with continuous sediment motion）となる。表-2に、実験ケースの一覧（ケースRij）を示す。実験は、表-2に示す様に円柱の直径と高さを、それぞれ4種、6種変えて行い、構造物の洗掘深に与えるスケール効果を検討した。なお、円柱模型は、あらかじめ十分な初期根入れを設けてあり、各円柱に対して一方向流れを6時間与え、全ケース共洗掘孔は、ほぼ平衡状態に達した。

III. 実験結果

図-2には、表-2の実験ケースの内、代表的な3種（R25, R32, R35）の洗掘コン

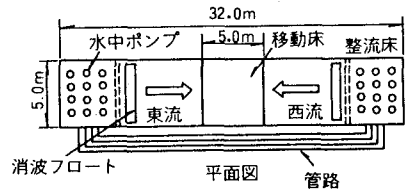


図-1 実験装置

表-1 想定現地条件並びに実験条件

	原 型	模 型	備 考
	m, sec	cm, sec	
水 深 H	4.6 m	46 cm	
流速 V_0 (一方向)	3.7 m/sec	3.7 cm/sec	$Fr = \frac{V_0}{\sqrt{gH}} = 0.22$
底 質 材 d_{50}	0.022 m	0.022 cm	$h_0/d_{50} = 2.090$

表-2 実験ケース（単位：cm）

高さ A 径 d	5	10	15	20	30	46	d/H
3.2	R_{11}	R_{12}	R_{13}	R_{14}	R_{15}	R_{16}	0.07
10	R_{21}	R_{22}	R_{23}	R_{24}	R_{25}	R_{26}	0.22
16.5	R_{31}	R_{32}	R_{33}	R_{34}	R_{35}	R_{36}	0.36
32	R_{41}	R_{42}	R_{43}	R_{44}	R_{45}	R_{46}	0.70
A/H	0.11	0.22	0.33	0.43	0.65	1.0	

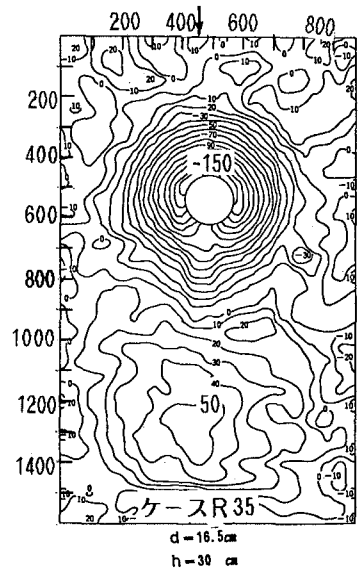
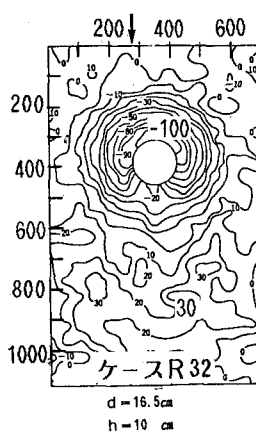
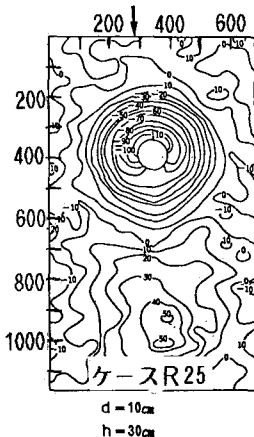


図-2 洗掘コンター図 単位：mm

ター図を示す。この内R25, R35 のケースは、潜り円柱の高さが同じ場合 ($h=30\text{cm}$) で、その平衡洗掘深は、直径10cmの場合約11cm、直径16.5cmの場合約15cmと、径が大きい方が大きくなっている。次に、R32 とR35 のケースは、潜り円柱の径が同じ場合 ($d=16.5\text{cm}$) で、その平衡洗掘深は、高さが10cmで約10cm、高さ30cmで約15cmと高さが高い方が大きくなっている。この傾向は、その他の実験ケースについても同様な傾向がある事が確認された。

IV. 考察およびまとめ

図-3、図-4に実験で得られた円柱の平衡洗掘深 (z/d) と円柱の高さ (h/H) および円柱の直径 (d/H) との関係を示す。これより、水深に比し円柱の直径が比較的小さくなる $d/H=7 \times 10^{-2}$ のケースを除き、無次元平衡洗掘深 z/d は、 d/H および h/H と相関が大きく、 z/d は、ほぼ $\log(d/H)$ と $\log(h/H)$ に比例することがわかる。図-3、4 に示した●印は水上に頭を出した一般的な円柱に対する既往の実験値²⁾であるが、今回の実験値とほぼ良い一致を示した。また、潜り円柱の高さの効果を実験的に検討した倉田ら¹⁾の実験値ともほぼ良い一致をみた。これらの関係は、(1) 式に示される事がわかった。また洗掘範囲は、模型前面で平均的に図-5に示す範囲となった。この傾向は、従来の研究²⁾でも示されているとおり式(1)で得られた平衡洗掘深 z_s と使用した砂の水中安息角 θ (平均粒径に対する約27°) を用いてほぼ次式で表される。

$$z/d = \log \frac{(h/H)^{1/2}}{d/H} + 0.51 \quad (d/H > 10^{-1}) \quad (1)$$

$$L = z/\tan \theta$$

(2)

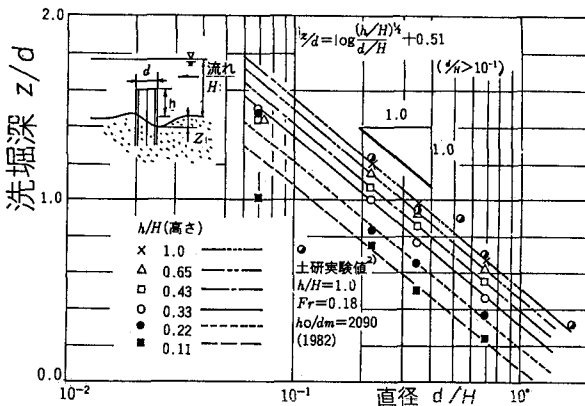


図-4 洗掘深と径の関係

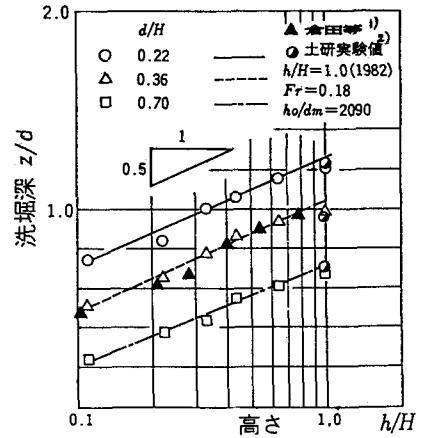


図-3 洗掘深と高さの関係

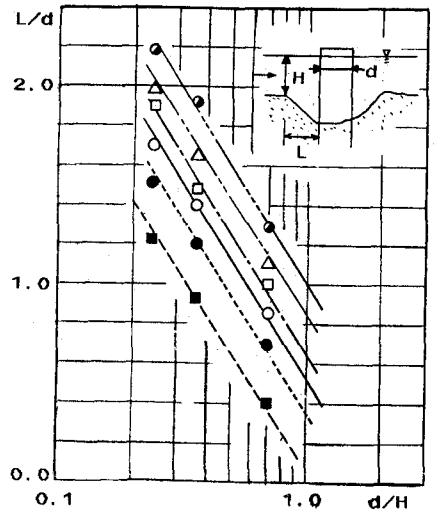


図-5 洗掘範囲と径の関係

V. おわりに

洗掘深に与える底質材の粒径効果については、ここでは検討しなかったが、(1) 式の関係は、平衡洗掘深が流速に依存しない動的洗掘領域において、円柱構造物に一方向流れが作用した場合の平衡洗掘深に与える円柱のスケール (径、高さ) の影響を示したものである。特に、潜り円柱構造物に対する洗掘特性が明らかとなった。本式は、円柱構造物の設計洗掘深の検討並びに小スケールの現地洗掘実験結果を実物構造物に対応づける際に役立つものと考えられる。

引用文献

- 1) 倉田克彦、平井住夫：海洋構造物周囲の洗掘に関する基礎研究，第29回海津論文集，PP. 328～332
- 2) 橋脚による局所洗掘深の予測と対策に関する水理的検討、土研資料第1797号 (ISSN0386-58789), 1982