

ドラム型遠心載荷装置による直投シミュレーション

東洋建設(株) 鳴尾研究所 正 鶴ヶ崎 和 博
正 三 宅 達 夫
馬 場 慎太郎
ニシキコンサルタンツ(株) 正 柳 畑 亨

1.はじめに

これまで、底開式土運船による直投工法の再現を目的として、ドラム型遠心載荷装置に土運船模型を搭載した直投実験を行ってきた^{1),2),3)}。その結果、水深が深くなるにつれて、投下土砂の衝撃荷重が小さくなること、堆積幅は広くなること、また、投下土砂の粒径が大きくなるにつれて海底地盤へのめりこみは大きくなること等が明らかとなった。今回、実際の直投現場において投下土砂の衝撃圧計測を実施し、実験結果との比較を行うとともに、投下土砂の堆積形状に関して、投下位置の地盤強度をパラメータとして付加した提案式を用いた結果、良好な形状予測を行うことができたので、それに関して報告する。

2.実験装置および実験条件

図-1 および表-1 に今回使用した実験装置とその諸元を示す。図はドラム型遠心載荷装置の断面図である。実験時においては、まず、チャンネル内で地盤モデルを作製した後に、ツールプラットフォーム上に直投船の模型を搭載し、所定の位置へと土砂を投下した。模型船は 3000m³ 級の底開式土運船の 1/100 縮尺模型としている。各装置および遠心実験における相似則の詳細については参考文献¹⁾を参照されたい。表-2 に実験ケースを示す。実験において投下した土砂は、実材料に相似な粒度を持つ珪砂 A(D₅₀ = 63.5mm)および B(D₅₀ = 53.1mm)を用いた。なお遠心場での直投実験は全て遠心加速度 100G で実施しており、実験結果に関する数値データは換算値で表している。また実海域でのデータについては、関西国際空港二期工事における直投埋立施工現場（水深約 18m）での計測結果⁴⁾である。

3.実験結果

投下土砂の海底面到達時間に関して、各水深の結果をまとめたものが図-2 である。これより、水深が今回の実験の範囲内であればほぼ一定の速度で土砂は落下していくことが予想される。図-3 は、投下直後の海底面の衝撃荷重に関してまとめたものである。なお、ここでいう衝撃荷重とは、土砂投下後の時間と荷重の関係において最初に迎えるピークのことを表している。図より、水深が浅くなるにつれて、地盤面へ作用する荷重は大きくなっており、直投工事においては、水深が浅くなるほど、海底地盤への影響が大きくなることが予想される。各結果とも実験結果と実測値を比較すると実測値は、実験結果によって得られた近似線上にほぼプロットされるようであり、今回実施した遠心場での直投実験は、実際の状況を精度良く予測できるものと思われる。

図-4 は投下土砂の堆積幅およびその特徴的な堆積形状を示したものである。水深が深くなるにつれて、投下土砂の堆積幅が広がっており、投下された土砂は、水中を拡散しながら落下し、堆積層厚および堆積幅が水深によって変化することを示している。

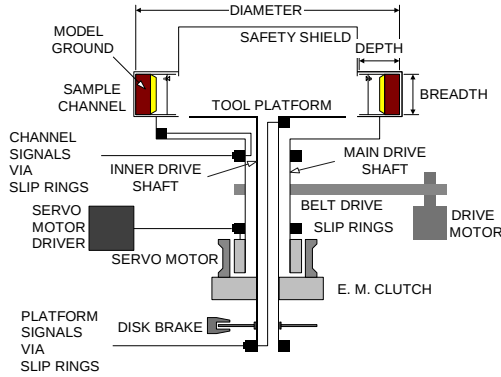


図-1 ドラム遠心装置断面

表-1 ドラム遠心装置諸元

最大加速度	440g (660rpm)	
容器寸法	模型	実物領域 (最大加速度時)
	直径	2.2m 3041m (延長)
	幅	0.8m 352m
	深さ	0.3m 132m
最大搭載質量	3.7ton	1628g-ton

表-2 実験ケース

	実験 No.	水深 (m)	直投時 加速度	海底地盤作 製時加速度
遠心実験	A1	6	100g	120g
	N1	10		
	L1	10		
	N2	15		
	L2	15		
	N3	20		
	L3	20		
	H1	20	-	60g
	H2	20		
	H3	20		
実測	F1	18	-	-
	F2	18	-	-

キーワード：埋立地盤，直投工法，遠心模型実験，底開式土運船，現地計測

連絡先：兵庫県西宮市鳴尾浜 1-25-1 TEL0798-43-5903 FAX0798-43-5916

4. 投下土砂の堆積形状予測

実際の埋立工事において、投下された土砂の堆積形状を事前に予測することは、施工計画立案時に非常に重要となる。今回一連の実験結果をもとにその堆積形状の予測を試みた。従来、直投方式による堆積土砂の形状に関しては、水深 H 、土運船の開口幅 B 、噴水差 d および投下時間 t をパラメータとする予測式が利用されているが、表-3 に示すように海底地盤の強度によって、投下土砂のめり込み量は変化しており、投下土砂の堆積形状が、海底地盤の強度にも影響されることが予想される。そこで粘性土表面から 1.5m 深さの非排水せん断強度 C_u および敷砂層厚 h を付加した提案式により形状予測を行った。以下にその予測回帰式を示す。なお式中の S 、 L 、 S_2 の各係数は、図-5 に示す堆積形状を表す係数である。

$$S = 0.078H + 1.113d + 0.006t - 13.195B - 0.643h + 24.61C_u + 41.665 \quad (1)$$

$$L = 1.174H + 11.47d - 0.051t - 19.303B + 19.953h + 156.757C_u + 24.335 \quad (2)$$

$$S_2 = 3.244S - 4.144 \quad (10 < H \leq 15) \quad (3-1)$$

$$S_2 = 0.397S + 0.869 \quad (15 < H) \quad (3-2)$$

図-6(a),(b)は実際の直投位置の状況およびその平均断面を示したものである。これに対して、今回の提案式を用いた予測形状についても併せて示す。この結果より、予測した堆積形状は実際の形状をよく表していることがわかる。

5. まとめ

一連の遠心直投実験および現地計測により、実施した遠心模型実験は、実際の直投状況を良く再現できること、また提案した堆積形状予測式は現地の堆積状況を精度良く表わすことが明らかとなった。

< 参考文献 >

- 1) 三宅 達夫・柳畑 亨：ドラム型遠心載荷装置による直投土砂の堆積形状予測，海岸工学論文集，第46巻，pp.971～975，1999.
- 2) Miyake, M. and Yanagihata, T. "Heap shape of Materials Dumped from Hopper Barges by Drum Centrifuge", Proceedings of the Ninth International Offshore and Polar Engineering Conference, Vol.1, pp.745-748. 1999.
- 3) Miyake, M. and Yanagihata, T. "Wave-Induced Seabed Instability", Proceedings of the Ninth International Offshore and Polar Engineering Conference, Vol.1, pp.642-648.2000.
- 4) 鶴ヶ崎和博・三宅 達夫他：底開式土運船による直投土砂の衝撃圧計測について，地盤と建設，vol.18,No.1,pp89-97.2000.

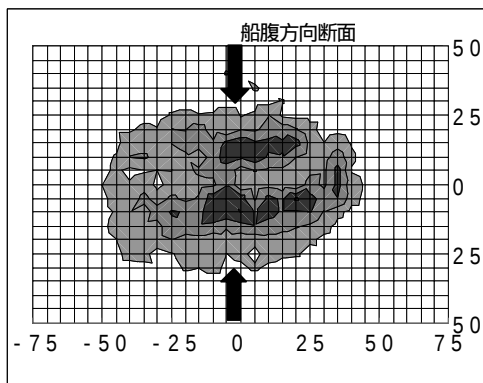


図-6(a) 実海域の投下状況

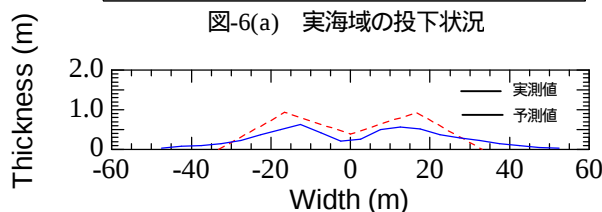


図-6(b) 船腹方向平均断面

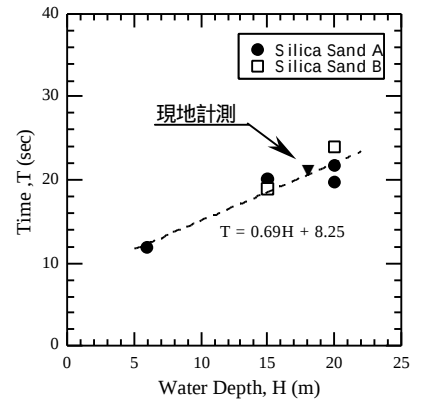


図-2 投下土砂の到達時間

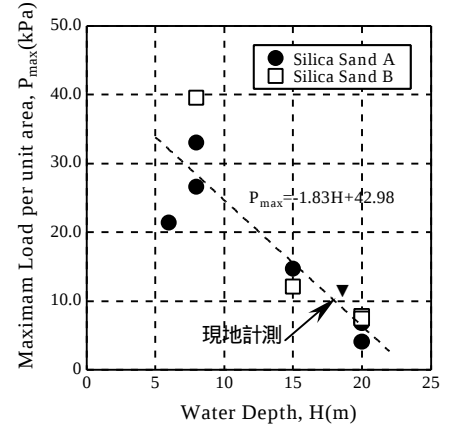


図-3 投下土砂の衝撃荷重

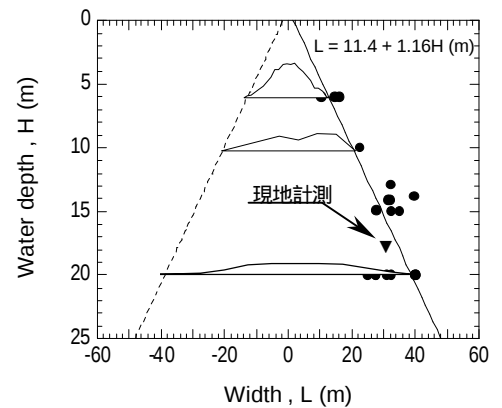


図-4 投下土砂の堆積幅および形状

表-3 地盤沈下量

実験No	水深(m)	地盤作製時 加速度	最大沈下量 (m)
A 1	6	1.20 G	1.18
H 1	20	6.0 G	0.30
L 3	20	1.20 G	0.06

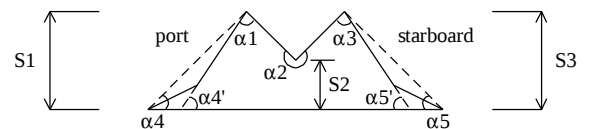
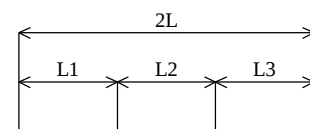


図-5 横断面堆積形状係数