

(Ⅲ - 7) ドラム型遠心力荷装置の試作と一、二の利用例

宇都宮大学 工学部 〇日下部 治
宇都宮大学 工学部 萩原 敏行

1. はじめに

土構造物の挙動をモデル実験を通じて検討を行なう場合、遠心力荷装置を用いることの有用性は、広く認められて来たようであり、最近の新聞報道¹⁾によって、より多くの土木技術者の中に遠心力実験のアイデアの定着をみたようである。我が国においても、遠心力荷装置は現在稼働中、建造中あるいは具体的な計画中ものまで含めると十を超えと思われ、今後更に、遠心力荷装置を用いた土構造物挙動の研究の進展をみる事が予想される。一般に、遠心力荷装置といえば、アーム先端に容器を取り付け、相対する端部にカウンターウェイトをおき、アームのバランスを取りながら回転させて、容器内作成された模型地盤に、遠心力加速度を付与しようとするもので、英語では単にCentrifugeと呼ばれている。これに対し、円筒形をした回転体全体にモデル地盤を作成しこれに遠心力加速度を付与させるタイプも存在し、Basket Centrifuge, Drum Centrifugeなどと名付けられ、前述の回転アームを用いたCentrifugeと区別している。日本語で両者を区別する用語は無いが、筆者は前者を「回転アーム型」後者を「ドラム型」と名付けたら良いのではないかと考えている。今回河川堤防のような長大土構造物の模型実験を行なう目的でドラム型遠心力荷装置を試作し、ここ一年間ほど実験手法の確立と利用法について研究を進めて来たので、装置の概要と現在試みている一、二の利用例を紹介したい。

2. 装置と性能

ドラム型遠心力荷装置では、回転体全周に模型地盤を作成するので長大な土構造物のモデル化に適している。Cambridge大学、ロンドン大学でもドラム型遠心力荷装置の導入計画があると聞いているが、筆者の知る限り、現在稼働中のドラム型遠心力荷装置は、U.C.Davis校のものと、筆者の研究室のもの二台ではないかと思う。ドラム型遠心力荷装置を用いた最初の研究テーマは、過圧密粘土斜面の安定問題であった。Schofield²⁾は、直径0.25m幅0.12mのドラム型遠心力荷装置を用いた、OCRが1.7までの過圧密粘土斜面の安定実験を試みており、これは後にCheneyら³⁾のU.C.Davisグループのテーマともなった。筆者の研究室で今回試作された装置は図-1に示す通りであり、その諸元は表-1にまとめてある。本装置の性能を最大に用いれば、プロトタイプサイズで長さ330m、幅45m、深さ15mのプロトタイプのモデル化が可能であり河川堤防、道路盛土、防波堤、ライフラインなどの土構造物のモデル化に応用されうる。

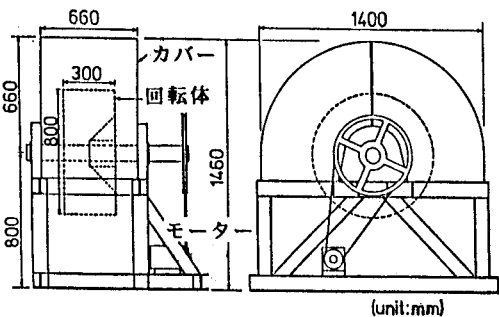


図-1 ドラム型遠心力荷装置

表-1 ドラム型遠心力荷装置の諸元

Maximum centrifuge acceleration		150 g
Variable speed moter		5.50 kw
Effective radius		0.35 m
Current Drum dimensions	Outer radius	0.40 m
	Width	0.30 m
	Depth	0.10 m

通常ドラム型では、粘土をスラリー状にして回転中のドラムに投入し自重圧密を行ない模型地盤を作成する。そのため、埋め立て地盤など堆積年代の若い軟弱地盤のモデル化には適しているが、反面自然地盤から採取された不攪乱試料を用いることはあまり適していない。ドラム容器内の圧密時の変形状は、半径方向の圧縮変形に伴い、周方向にひび張り歪が生じ、K₀圧密状態が必ずしも満足されていない点は、ドラム型の弱点として指摘されているが、回転アーム型における試料容器内の遠心力加速度分布の歪みにおける弱点とどちらが大きな問題かは、まだ明らかではない。ドラム型では、回転体の角速度と異なる角速度を有するマニピュレーターを用いることによって掘削の進行などの現象のモデルも可能である。

ドラム型装置の作成において重要なポイントは、回転体自身の動バランスでありこれに注意すれば、スラリーなどは全周面に均一厚さとなり、バランスなどは大きな問題とはならず、無人運転にも大きな心配はないところは、長時間の拡散現象のシュミレーションとしてもドラム型が適していると言えよう。以上、回転アーム型にはないドラム型の利点も多くあり、他の機関でもドラム型装置の導入を検討されることが利用されることが望まれる。

3. 利用例

試作より一年間の間、ドラム型に特有なモデル地盤の作成上の問題点、スラリー投入時の適正な含水比、ドラム回転速度、締め固め試料の作成方法などいくつかの問題点を試行錯誤で解決してき、現在道路盛土端部の変形挙動及び、河川工作物近傍での水流による堤防の洗掘破堤にいたる現象についてのモデル実験を行なってきた。図-2

に、盛土端の破壊状況⁴⁾及び図-3に、河川堤防を模した盛土の破壊現象の写真を示す。この様に、回転アーム型では出来ない現象の解明に、本装置が利用されうる可能性があることを、確認したので、今後、モデル実験の相似則について詳しく検討を加えていく予定である。

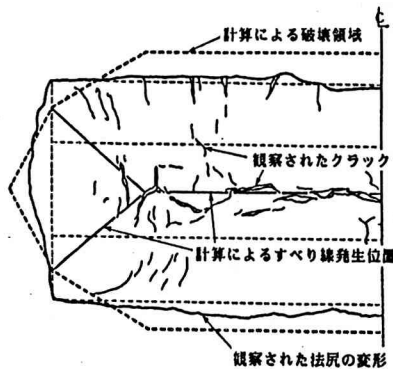


図-2 盛土の破壊状況

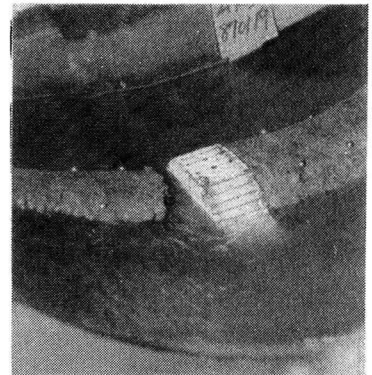


図-3 河川堤防の破壊状況

4. おわりに

ドラム型遠心力载荷装置の試作を行ない、本装置の性能を紹介するとともに一、二の利用例を示しながら、本装置を用いた新しい土構造物の安定問題の研究の可能性を論じた。なお、本研究については、文部省科学研究費（一般研究（c）No.60550342ドラム型遠心力载荷装置を用いた河川堤防の安定性に関する研究 代表日下部 治）の援助をうけた。また、装置試作については、三友機械(KK)の協力を得た。深く感謝する。

参考文献

- 1) 朝日新聞（1986）12月9日夕刊
- 2) Schofield, A.N (1976). "Use of centrifuge model testing to assess slope stability" Technical Report, Eng. Dept. Univ. of Cambridge, CUED/c, Soils TR 30
- 3) Fregasz, R and Cheney, J.A (1981) "Drum Centrifuge studies of over-consolidated slope", Jour. of Geot. Eng. Div /ASCE, Vol.107, No.GT7. pp.843-858
- 4) 萩原、日下部、横山（1986）； "橋台背面盛土による地盤の側方流動について" 地盤の側方流動に関するシンポジウム発表論文集 pp.69-76