

# 杭形ロードセルの製作

飯高 稔

筑波大学システム情報工学等技術室（装置開発担当）

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

## 概要

透過形土石流対策工の粒子流れの検証を行うために、杭形ロードセルを製作した。杭に模擬した荷重計を水路の底盤に設置して杭に作用する力を測定する。製作したロードセルは、1 N～1 kN である。アクリル製の傾斜形簡易水路を作製して、小容量ロードセルを用いた実験と、大型水路で 1 kN ロードセルを用いた実験を行った。

キーワード：ロードセル

## 1. はじめに

地盤工学研究室では透過型土石流対策工の有効性について PIV<sup>1</sup>（粒子画像流速測定法）および数値解析として DEM（個別要素法）を用いて定量的な評価を行っている。その第一段階として水を含まない粒子流れの検証を行うために傾斜形簡易水路と杭形ロードセルの製作を依頼された。

## 2. ロードセル

杭形ロードセルを製作するに当たり、杭にかかる連続荷重を測定することは困難であると思われるので、図 1 のように杭を軸方向に分割して、各部分に掛かる荷重を測定する方法にした。小さいロードセルを杭に取り付けて、連続の荷重は分からないが、1 つのロードセルでその面に受けている分布荷重の合力を測定する。ロードセルを多くすることで、合力の数を増やし連続荷重に近づける。

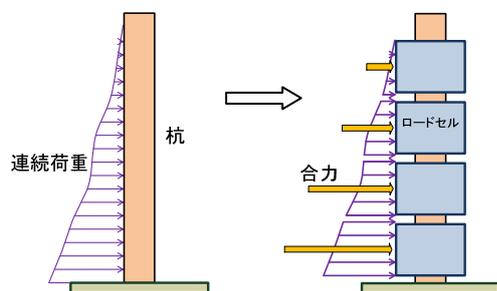


図 1. 杭形ロードセルの概念図

まず、粒子物性が土石流の流動特性に与える影響を見るために、小型水路実験用として低容量ロードセルを製作した。想定荷重は 10 N である。幅 5 mm 縦 7.5 mm、厚さ 0.2 mm の薄板ばねにひずみゲージを張り付けブリッジ回路を組み、支柱に片持ち梁形

式で取り付けられた。10 N で 800  $\mu$  ひずみ程度の出力がある。荷重を受ける円柱形のコマはアクリル製で、直径 20 mm、厚さ 10 mm で、5 コマ取り付けられた。荷重を受けるコマの直径が、杭の直径となる。

1 kN ロードセルは、大型水路を使用した水混じり土石流の実験用に製作した。10 N ロードセルと同じ方式で、支柱にステンレス製の薄板ばねの両端をねじで留めて両端梁構造で作った。1 kN で 1000  $\mu$  ひずみ程度の出力がある。荷重を受けるコマはアルミ製で直径 40 mm 高さ 40 mm を 6 個取り付けられている。製作図を図 2 に示す。

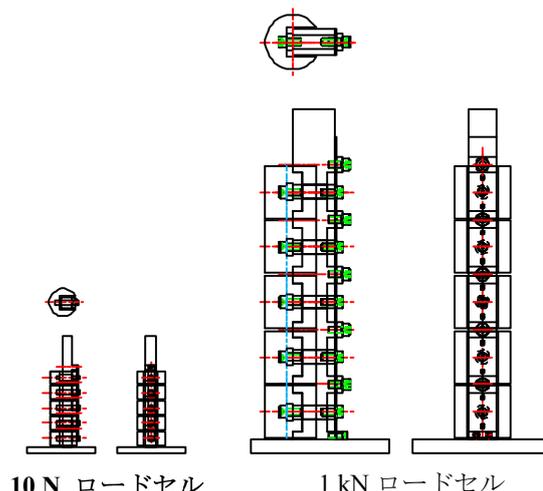


図 2. 杭形ロードセルの製作図

製作した 10 N 杭形ロードセルと 1 kN 杭形ロードセルを図 3 に示す。ひずみゲージから出るケーブルは、支柱の背面の上部にまとめてから、計測器に接続した。計測器は東京測器 DC-204R を使用した。

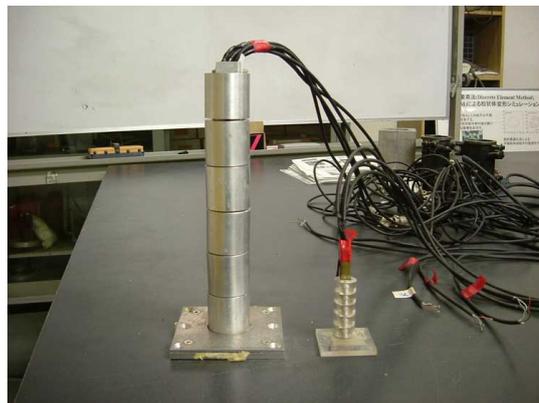


図 3. 製作した杭形ロードセル

### 3. 実験

透過形土石流対策工の模型実験を行うために、アクリル製の小型水路を製作した。水路の大きさは、幅 160 mm、高さ 250 mm、長さ 1500 mm である。底部に豊浦標準砂を糊付けして摩擦を与え、上部の緑色のホッパーに豊浦標準砂を投入して一定流量の砂を流す。水路の底盤に杭を模擬したロードセルを取り付けて、杭に作用する力を測定する。また上部に CCD カメラを取り付けて、画像を取得し PIV 解析による速度場計測を行う。



図 4. 小型水路実験の概要

図 5 は小型水路実験の様子である。ロードセルの間に砂が入り込まないように、薄いゴム膜メンブレンをかぶせてある。実験は流量を  $3000 \text{ cm}^3$  に一定にして傾斜角を変えて行った。



図 5. 小型水路での実験

大型水路を用いた実験では、幅 400 mm、高さ 500 mm、長さ 20 m の水路を使用した。図 6 は大型水路での実験の様子である。



図 6. 大型水路での実験

実験は、粒径  $9.0 \sim 30 \text{ mm}$  の礫からなる試料を、水路上部に貯め、水を一定量加えたのち仕切りを外して斜面を流下させ、水混じりの土石流実験を行う。

た。斜面の途中にロードセルを固定し、ロードセルの上部に高速度カメラを設置して、礫がロードセルに衝突する様子を取得して、PIV 解析を行う。

### 4. ロードセルの改良

平均粒径  $0.2 \sim 4 \text{ mm}$  のガラスビーズを使用した実験用として、1 N ロードセルを製作した。今までの支柱に薄板ばねを取り付けた方法では出力が小さいので、真鍮を両端梁になる様にくり抜き、梁の両端にゲージを添付して単体のロードセルを作製した。このロードセルを必要な数だけ積み上げて、杭形ロードセルとした。

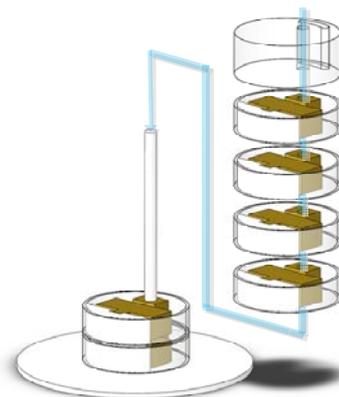


図 7. 改良したロードセル

製作した 1 N ロードセルを図 7 に示す。リード線がアクリルの筒に当たらないように、配線をまとめて通すダミーの頭をつけてある。



図 8. 製作した 1 N ロードセル

### 5. まとめ

改良したロードセルは感度、線形性、ヒステリシス、安定性共に優れていた。利点としてはゲージを貼り付けた直線梁受感部の厚さや材質（弾性係数）を変えることによって定格容量を調節できる。単体で作るので何段でも積み重ねられ任意の高さにできるなどが挙げられる。問題点は直径を小さくすることが困難、個数が多くなるとリード線の取り回しに工夫がいる、などである。連続荷重の測定は今後の課題である。

### 参考文献

- [1] 佐藤和正, 土石流の流体力に及ぼす粒子物性の影響、筑波大学構造エネルギー専攻 2005 年度修士論文