

八千代エンジニアリング(株) ○松永 繁
同 上 下田義文

1. 研究の背景

土石流中の巨礫の衝撃力に関する室内実験は、水山等により実施され、¹⁾ 衝撃荷重発生メカニズムが明らかにされ、さらに衝撃荷重の推定方法が提案されている。しかし、現場においては流下して来る巨礫の形状、流水の影響等の室内実験とは条件の異なる点があるので、土石流衝撃力の現場計測が必要である。このような必要性に基づき、数ヶ所の現場において土石流衝撃力の測定が試みられている

これらの現場計測では測定装置としては、いずれも圧痕計が用いられている。圧痕計は図-1に示すようなもので、²⁾ アルミ板に鋼鉄製の円錐形突起物(コーン)を接触させておき、この突起がアルミ板にめりこんだ痕跡の大きさから、衝撃力を計測するものである。この圧痕計による衝撃力の計測は簡易であるが、下記の問題点がある。

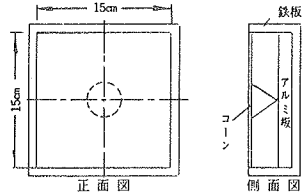


図-1 圧痕計略図

- (1) 砂防ダムの袖のようなマッシュな構造物に対する巨礫の衝撃力は、それらの表面の硬度に支配される。圧痕計を設置すると、そのコンクリート表面の硬度を変えることになり、砂防ダム袖コンクリートに対する衝撃力と異なったものが発生することになる。

- (2) 圧痕計の正面積が小さいために、巨礫が圧痕計に当たる確率が低く、なかなか土石流巨礫の衝撃力がとらえられない。

一方、最近可撓性の圧電材料が開発され、振動エネルギーを電気エネルギーに変換するセンサーとして用いられている。この材料は 0.2mm 程度の薄いシート上に加工できるので、砂防ダム袖コンクリート面に貼付し、コンクリート表面の硬度を変えることなく、発生荷重を測定できる。さらに圧電材料では広面積のシートを作ることが可能であるので、圧痕計の欠点をすべてカバーして土石流衝撃力を測定できることが期待される。

本研究はシート状圧電材料の衝撃応答特性実験を行い、圧電材料が土石流衝撃力計測システムのセンサーとして利用できるかどうかについて検討したものである。

2. 圧電材料の特性

本研究で衝撃力計測用センサーとして選んだ圧電材料はD社の製品であり、セラミック圧電材料の微細な粒子をフッ素高分子中に

表-1 実験に用いた圧電材料(P材)の特性

項目	比重	弾性率 E	引張り強さ TS	体積抵抗率 ρv	比誘電率 ε	絶縁破壊電圧 BDV	圧電定数 ^{*)}		
							d ₃₁	e ₃₁	k ₃₁
単位		N/m ² × 10 ⁹	kgf/cm ²	Ω-cm	α1.1kHz	MV/m	C/N × 10 ⁻¹²	C/ml × 10 ⁻¹	%
N25	5.5~6.0	2~5	150~200	>10 ¹³	100~120	>8	15~25	0.5~1	4.5~5.5
L25	5.3~5.8	3~6	150~200	>10 ¹³	120~180	>8	20~30	1~5	5.5~6.5

*6-2の分極処理条件で処理した値。

(25℃にて測定)

分散させた可撓性高分子複合圧電材料(以下P材と呼ぶ)である。その材料特性は表-1に示すとおりである。今回、実験に用いたセンサーは、P材を分極

処理し、電極をつけてマイラー被覆したものである。

3. 実験方法

実験は図-2に示すようにロードセルの
上に荷重板を置き、その上にP材を設置し
これに上から鉄球を落下させ、P材の出力
電圧およびロードセルの出力荷重を計測し

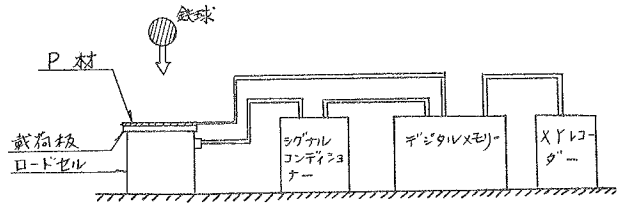


図-2 実験装置

た。P材の出力電圧は大きい(数10V)ので、増幅せずに直接記録計に入れた。

4. 実験結果

実験を実施したのは5供試体であり、各供試体とも数回載荷して計測を実施した。主な実験結果は以下に示すとおりである。

- (1) P材の衝撃応答波形：P材の出力電圧とロードセルの出力荷重の一例を図-3に示したが、P材の出力波形はロードセル荷重のそれとほぼ相似である。P材にはわずかに残留出力が残るが、これは次の実験ケースの出力には影響を与えない。
- (2) ピーク出力の相関：P材とロードセルのピーク出力の関係を図-4に示したが、10t以下の荷重の大きさであれば、P材の出力電圧は衝撃荷重(ロードセルの出力)に直線的に比例する。図-4でF=11tの場合はP材が破損したのが原因で、この直線から外れている。

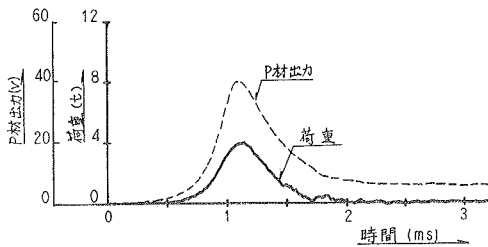


図-3 P材、ロードセルの出力波形

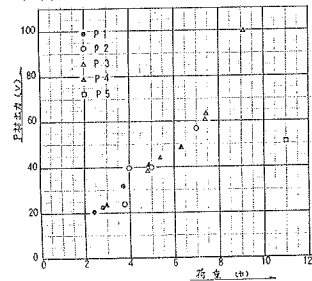


図-4 P材と衝撃荷重の相関

5. P材のセンサーとしての評価

実験結果からP材の衝撃荷重計測センサーとしての評価を以下に示すが、材料の強度改善の必要はあるものの、コンクリート砂防ダム袖部にとりつけるセンサーとして十分に利用できそうである。

- (1) 荷重校正係数：P材の出力と衝撃荷重Fに比例関係が認められ、P材出力の荷重換算は容易。
- (2) 測定可能速度帯域：今回の実験における最大荷重速度は49.3 t/msである。これに対して砂防ダムに対して石礫が衝突する場合の荷重速度は、大規模実験結果によると15 t/ms程度であるので、P材は十分対応できる。
- (3) 測定可能荷重帯域：今回の実験における最大荷重は9.1 tであり、それ以上の荷重ではP材が損傷して測定ができなかった。これについては現在P材の強度を大きくする研究を続けている。

参考文献：1) 水山高久等：砂防ダムに対する土石流衝撃力実験，土木技術資料22-11，1980，P27

2) 松本砂防工事事務所：土石流調査関係資料集，技術資料No.5，S.50.10，P58 3) 渡辺正幸等：砂防ダムに対する土石流衝撃力実験Ⅱ，土木技術資料23-11，1981，P37