

III-30

大型擁壁実験におけるAE特性

建設省長岡国道工事事務所

恒岡 伸幸

建設省土木研究所 正会員 ○中場 広喜

1. はじめに

自然斜面や切土のり面、土構造物等の安定性の確認に対してアコースティック・エミッション(AE)を計測し、判断する方法が近年盛んに行われている。AE計測法の有効性は、地表面やのり面等に変位が発生する以前に挙動を捉えることが可能なことである。本報告は、実物大の擁壁実験装置(高さ6.0m幅8.0m)を用い、静止土圧状態から主働土圧状態(主働破壊)に至るまでの盛土内部の挙動を、AEの発生状態、特に各種AEパラメータについて主成分分析を行い、得られる主成分得点で評価した結果を述べるものである。

2. 実験方法

実験で使用した大型擁壁実験装置は、ジャッキにより実験壁の移動が可能であり、高さ6.43m×幅8.0mの実験壁(図-1参照)と幅8.0m×奥行き7.0mの土槽からなる。実験壁に作用する土圧は実験壁中央(幅4.0m×高さ6.0m)の計測部に設置した、鉛直・水平荷重計により計測が可能である。また、壁面に埋設した土圧計により0.5mの間隔で土圧を計測できる構造となっている。盛土は、霞ヶ浦産の川砂($\phi 40^\circ$ 、 $\gamma_t=1.607\text{tf/m}^3$ 、 $w=3.5\%$)を一層当たり25cmにまきだし振動コンパクターにより転圧し作成した。AEの計測は図-1に示す位置において、ステンレス製のウェーブガイド(L=3.0m)に接着したAEセンサにより行った。AE計測の諸条件を表-1に示す。実験は、盛土作成後に実験壁を主働側に移動させ(移動速度1mm/min、移動STEPは表-2参照)主働崩壊を行った。

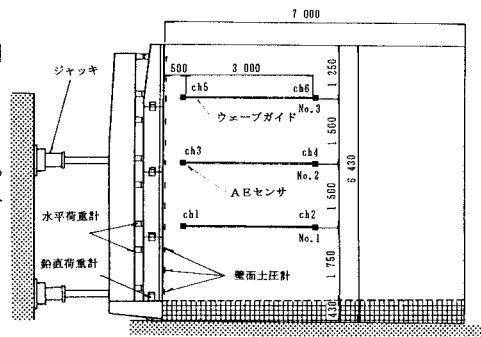


図-1 大型擁壁実験装置

表-1 AE計測諸条件

センサ特性	25KHz共振型
計測周波数	1KHz~30KHz
サンプリング時間	5 (μsec)
総増幅量	70 (dB)
しきい値	0.5 (V)

表-2 壁移動量

単位: mm

移動ステップ	累積移動量	移動ステップ	累積移動量
STEP 1	0.1	STEP 11	15.6
STEP 2	0.2	STEP 12	17.9
STEP 3	0.4	STEP 13	20.3
STEP 4	1.3	STEP 14	22.6
STEP 5	2.2	STEP 15	25.0
STEP 6	3.9	STEP 16	27.4
STEP 7	6.2	STEP 17	32.3
STEP 8	8.5	STEP 18	37.2
STEP 9	10.9	STEP 19	47.1
STEP 10	13.2	STEP 20	77.1

3. 主成分分析

本分析では、三軸圧縮試験の各種応力状態において発生するAE信号のうち、最大振幅値(PA)、立上がり時間(RT)、持続時間(DT)、AEエネルギー(EN)、エネルギーモーメント(EM)の5種類のAEパラメータを変数として用いた。固有値 $\lambda \geq 1.0$ 、累積寄与率が90%の条件を満たす総合特性値は表-3の通り第1主成分と第2主成分までとなる。また、主成分得点を表す式は以下の通りとなる。

$$Z_1 = 0.239 \times PA + 0.012 \times RT + 0.007 \times DT + 0.001 \times EM + 0.015 \times EN$$

$$Z_2 = -0.41 \times PA + 0.02 \times RT + 0.001 \times DT - 0.001 \times EM + 0.02 \times EN$$

また、これらの分布傾向より、AE波形を滑りによる摩擦音(A群)と弾ける音(B群)に分類¹⁾する事ができる(図-2参照)。

4. 結果および考察

図-3は、実験壁全体で計測した荷重から計算した土圧係数と、ウェーブガイドを埋設した位置での土圧を壁移動量とともに示す。

表-3 固有値と累積寄与率

	第一主成分	第二主成分
P A	0.746	-0.600
R T	0.679	0.610
D T	0.936	0.064
E N	0.779	-0.567
E M	0.723	0.618
固有値	3.027	1.462
累積寄与率	0.605	0.898

土圧係数では、4STEP(移動量=1.3mm)まで急激に減少し、その後はゆるやかに減少し16STEP付近で主働状態に至ったものと考えられる。しかし、ウェーブガイドを埋設した位置での土圧強度は、深さ方向により異なる挙動を示している。No.1のウェーブガイド地点の土圧は壁移動に伴い、5STEP(移動量=2.2mm)まで減少しているのが分かる。つまり、ウェーブガイド付近の盛土は、土圧減少分を盛土内部で負担していることになり、内部応力が増加しセン断抵抗力として働いている状態と考えられる。この時の主成分得点は、図-4に示すようにセン断初期に見られるB群(弾ける音)の中でも、得点の大きいAE波形が多い傾向である。その後、土圧は上昇に転じ、地表面でクラックが確認され、盛土内部でもすべりが連続し発生していると考えられる状態では、図-5に示すように、A群の内高い得点を持つ波形の増加が著しい結果である。その後、16STEP~20STEPまでは、土圧の減少が見られ、土粒子

の再配列により再度内部応力が増加していると考えられる。この時点では、図-6に示す通り再びセン断初期と同じような波形(B群の内得点の高い波形)が多く発生している。

図-7は、No.3の位置での結果(16STEP)である。A群の中でも得点の高い波形が多く見られ、すべり面の発生に伴う土粒子移動時と類似している。この位置での土圧は、実験開始から漸次増加する傾向であり、土被り厚

さが小さいことによる土粒子の活発な移動が伺え、主成分分析と一致している。

5. おわりに

本報告では、静止状態から主働状態に至る場合の盛土内部の挙動を、土中土圧計とAE特性により考察した。その結果、盛土内部の土圧変化を主成分得点分布の変化で表すことの可能性が確認できた。また、今後は、数値解析による監視斜面の挙動把握と、効率的なセンサ配置による監視について検討を行う予定である

【参考文献】

- 1) 岸下他: 三軸圧縮試験におけるAE特性(その2), 第48回年次学術講演会講演概要集, 1993, pp1454~1455

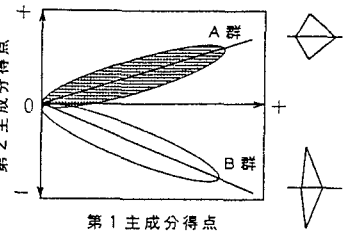


図-2 得点分布イメージ

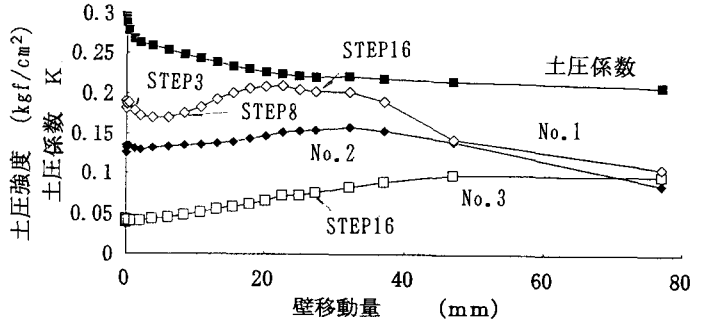


図-3 土圧係数と壁面土圧

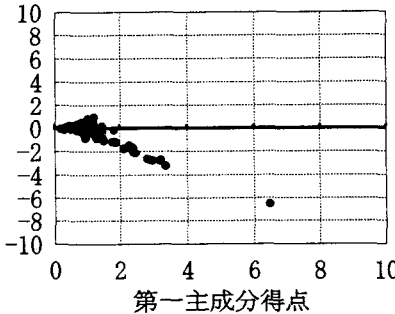


図-4 主成分得点分布(No.1→STEP3)

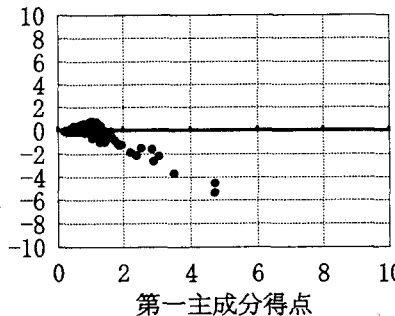


図-6 主成分得点分布(No.1→STEP16)

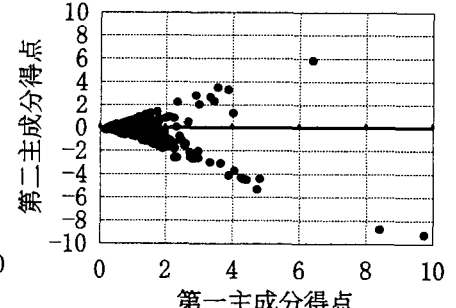


図-5 主成分得点分布(No.1→STEP8)

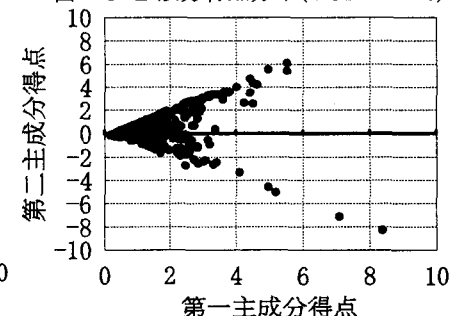


図-7 主成分得点分布(No.3→STEP16)