

(I-72) 不連続構造系の力学的特性に関する基礎的研究

千葉工業大学土木工学科 学生員 岡崎 拓也
千葉工業大学土木工学科 正 員 内海 秀幸

1. はじめに

石・煉瓦積み構造物は多数のブロックから構築される集合体であり、この種の構造系の力学特性を特徴づける一つの要因は、ブロック間の分離面いわゆる不連続面の存在である¹⁾。そのため、石・煉瓦積み構造物の安定性を評価する場合、この不連続性を考慮した上で破壊基準や剛性を明らかにする必要がある。しかし、不連続面を有する構造系に対して、その力学特性を明らかにする手法は確立されておらず、一般的に困難である。

そこで本研究では不連続構造系の力学特性を定量的に明らかにする手法としてAEを適用し、不連続面数に対する波動伝播特性を明らかにするとともに、この不連続性に起因した見かけ上の剛性変動を波動理論に基づいて明らかにする。さらに、ブロック固有の内部摩擦角と集合体としての破壊挙動から明らかにされる内部摩擦角との関連性を比較し、不連続構造系特有の破壊基準について検討した。

2. AE による不連続構造系の剛性評価実験

不連続面に起因した見かけ上の剛性変動を、AE を用いた波動実験により明らかにする。

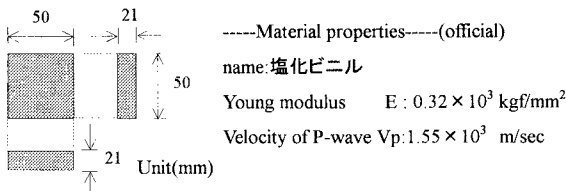


Fig.1 ブロックモデル

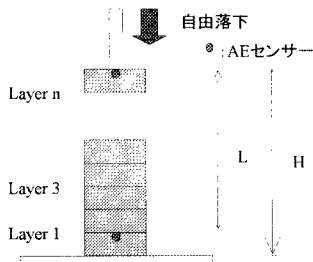


Fig.2 AEによる波動実験

この実験では、各種み上げ段数（不連続面数 M ）における AE センサー間の波動伝達位相時間を測定することにより波速を算定し、波動理論に基づいて見かけの上の剛性を評価する。

使用したブロックモデルを Fig.1 に示す。ブロックの寸法は $21 \times 50 \times 50 \text{mm}$ 、重量は 72.65gf 、材質は塩化ビニル製である。AE センサーは Fig.2 に示した集合体モデルの底部のブロックと天端のブロックに設置する。入力波動は集合体モデルの天端に約 150gf の木製の棒を所定の位置から自由落下させることにより与えた。

Fig.3 に不連続面数 M と波動伝達位相時間の関係を示す。不連続面数の増加にともなって、波動伝達位相時間は線形的に増加する傾向を示している。Fig.4 に不連続面数と波速 V_{pm} の関係を示す。ここで、波速はセ

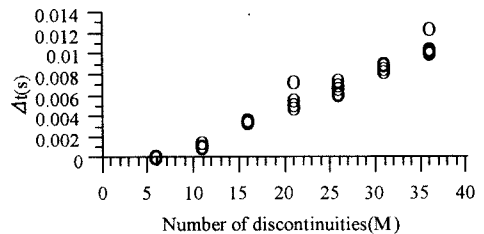


Fig.3 不連続面数と波動伝達時間との関係

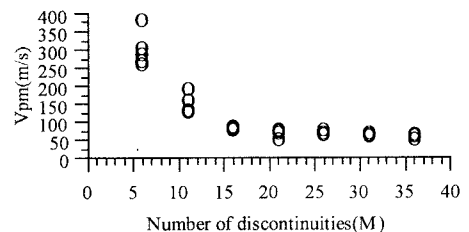


Fig.4 不連続面数と波速(縦波)との関係

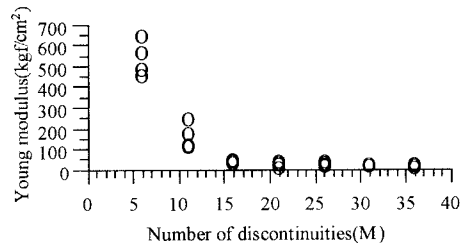


Fig.5 不連続面数とヤング率との関係

キーワード 不連続構造系・AE・静的傾斜実験

連絡先 千葉県習志野市津田沼2-17-1 Tel 047-478-0440 Fax 047-478-0474

センサー間距離 L を Fig.3 で示された波動の伝達時間 Δt で除することにより求めた。さらに、Fig.5 に不連続面数と見かけ上の剛性（ヤング率 E ）との関係を表す。ヤング率は Fig.4 で示された波速を縦波波速とみなし次式により算定した。

$$E = \frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{1-\nu} \rho \cdot V_{pm}^2 \quad (1)$$

Fig.5 より、不連続面数の増加に伴ってヤング率は減少する傾向を示している。

3. 傾斜実験による破壊特性の評価

ブロック固有の内部摩擦角と集合体としての破壊挙動から明らかにされる内部摩擦角を、傾斜実験により明らかにする。

まず、ブロック固有の内部摩擦角を明らかにするため、Fig.6 に示す実験装置を用いてブロック移動開始時の傾斜角度を測定した。Fig.6 の実験装置は端部をヒンジにより固定し、円形楔を手動でヒンジ側端部に挿入することにより傾斜角度を自由に变化させることが可能である。傾斜台ならびにブロックは 2 節で用いたものと同種の塩化ビニルである。この実験は一面せん断試験と等価な実験であり、ブロックの移動開始傾斜角度におけるせん断応力とブロックと傾斜台間の垂直応力の関係からクーロンの破壊基準に基づいてブロック固有の内部摩擦角 ϕ_0 を求めた。この実験の結果、ブロック固有の内部摩擦角 ϕ_0 は 40.26 度であった。

さらに、集合体としての破壊挙動に基づく内部摩擦角を検討するため、Fig.7 のような集合体モデルに対す

る静的実験を行った。Fig.7 にこの実験で使用した傾斜装置を示す。傾斜装置は梁端部を回転支持とし、梁中央部を一定の速度で上下させることが可能な装置が設置されており、梁を一定な速さで傾斜させる機能を有している。本装置の最大傾斜角は 20° 、また実験時における傾斜速度は毎分 8° とした。本傾斜装置の梁上に、千鳥組みに積まれた集合体モデル(縦 29 段、横 15 個、高さ 69cm×幅 60cm)を構築した。

ブロック破壊時の状態を Photo-1 に示す。ブロック集合体に生じる破壊面の角度は、集合体モデルに対する内部摩擦角 ϕ_{0m} と等価な関係にある。つまり、Photo-1 に見られる破壊面角度そのものがブロック集合体の内部摩擦角と考えられ、それは約 48.44° であった。

ブロック固有の内部摩擦角 ϕ_0 に対して、集合体の内部摩擦角 ϕ_{0m} は 9° 程度増加していることとなる。

4. まとめ

本実験では、ヤング率は不連続面数の増加に伴って減少する傾向を示し、不連続面数 15 以上では、そのヤング率は地盤に例えると粘性土地盤程度²⁾の剛性しか有しておらず、また、ブロック固有のヤング率に対して 95%程度低下したこととなる。

傾斜実験ではブロック固有の内部摩擦角 ϕ_0 に対して集合体の内部摩擦角 ϕ_{0m} は 9° 程度増加した結果となった。この内部摩擦角の増加はブロックの積み上げ方法や集合体ならびにブロックの幾何学的条件に起因するものである。今後、幾何学的要因に基づいた内部摩擦角 ϕ_{0m} の変動特性を検討する予定である。

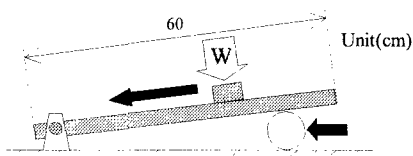


Fig.6 ブロックに対する傾斜実験

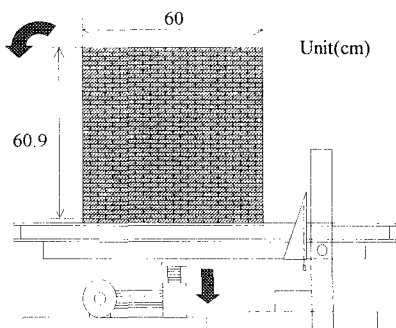


Fig.7 集合体モデルの傾斜実験

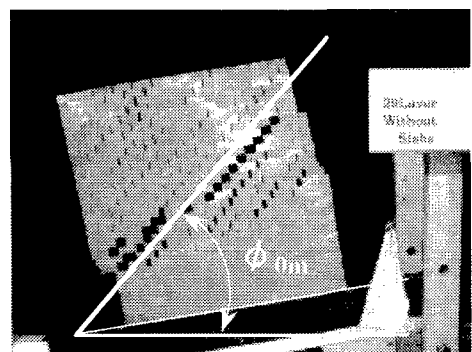


Photo-1 集合体モデルの破壊形態

参考文献

- 1) 吉中龍之進・山辺 正・藤田朝雄：ブロック理論による不連続性岩盤斜面の安定性評価に関する基礎的研究について、土木学会論文集，第 418 号／Ⅲ-13，pp.143～152，1990。
- 2) 地盤工学会編：地盤工学における数値解析，pp.22。