ー軸圧縮試験および AE 震源決定に基づく分布亀裂を含む材料の強度特性評価

## 1. はじめに

本研究は充填物のある不連続面を模擬して厚紙を 分布させた石膏供試体に対し一軸圧縮試験を実地し, AE(AcousticEmission)測定およびその震源決定<sup>1)</sup>を行っ て,微視的な内部破壊の始まりから非線形な荷重-変位応 答,ピーク強度発現までの様子を観察することで,分布不 連続面が全体の変形強度特性に及ぼす影響を調べた.

## 2. 供試体および一軸圧縮試験について

試験に用いた供試体形状は 140×70×30(mm)の直方体 である.材料は石膏とケイ砂と水を混ぜ合わせて作成し た.その質量比は石膏:ケイ砂:水=1:1.5:0.8 である.円柱供 試体により一軸圧縮試験および割裂試験を行ったところ, 表-1に示すような強度特性値が得られた.直方体の供試体 には不連続面として幅×厚さが 20×1.0mmの硬質なボー ル紙を千鳥状に分布させ,それを充填物のある分布不連続 面と見なした.さらに亀裂の角度を水平面からみて,0°, 22.5°,45°,67.5°の4段階に変化させた.供試体の写真 を図-1に示す.一軸圧縮試験は 0.05mm/min の変位制御で 行い,供試体が破壊して荷重が減少に転ずるまで行った.

# 3. 一軸圧縮試験およびAE 震源決定結果による 強度・破壊特性の考察

ほとんどの供試体は図-1(b)のように供試体の対角線上 に亀裂が発生して破壊した.この亀裂は供試体の軸応力が ピークに達した後に発現したが,それ以前に供試体内部で 破壊が進行していたものと考えられる.

そこで供試体の軸応力がピークに達するまでの範囲にお いて AE 震源決定を行い,内部破壊の発生と進展について 考察を行った.データ解析を行うに当たっては図-2に示す 震源数-時間グラフと,図-3に示す AE 震源図を作成した. この際,図-4に示すように,応力-時間曲線が弾性的応答を 示す部分に注目した.その部分において図-2に示すように, AE 震源が初めて連続的に発生し始める時を AE 判定降伏 点とし,供試体の構造に影響を及ぼす破壊が始まる点と見 なした.またその時の応力を AE 判定降伏応力とした.さ らに AE 震源図を用いて,内部破壊の進展を観察した.

ー軸圧縮試験および AE 震源決定で得られたデータより, 初期降伏応力,ピーク応力,AE 判定降伏応力を各供試体 で求め,亀裂角度ごとの平均値を比較した.その結果を 図-5に示す.

図-5より, ピーク応力の値は亀裂角度45°で最小となった.また初期降伏応力とピーク応力の差も亀裂角度45°で

#### 表-1 材料強度特性值

学生員

正員

加藤

京谷

雅一

孝史

東北大学大学院

東北大学大学院

ヤング率	ポアソン比	圧縮強度	引張り強度
1160MPa	0.43	2.62MPa	4.88MPa



(a) 供試体例

(b) 破壊状況



図-2 震源数-時間グラフ

最小になった.これは亀裂角度が45°に近づくほどピーク 応力は小さくなり,初期降伏後の破壊進展も早くなること を示している.

AE 判定降伏応力は亀裂角度によらず,ほぼ一定値を示した.すなわち,今回のような亀裂密度の供試体の場合, 内部破壊の始まりは亀裂角度によらず一定であり,その後の破壊進展が亀裂角度に依存する様子が見られた.

キーワード:強度・破壊特性,一軸圧縮試験,AE 震源決定,ひずみエネルギー

〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06, TEL: 022-795-7425, FAX: 022-795-7423, URL: http://www.nde.civil.tohoku.ac.jp/







図-4 応力-時間曲線

AE 震源図による分析の結果,供試体が初期降伏に至る までには,内部破壊が1か所にして初期降伏する場合と, 供試体の至るところで微小な内部破壊が発生し,それが蓄 積されて初期降伏に至る場合があることがわかった.これ らは亀裂角度による傾向は見受けられなかった.また,破 壊が1か所に集中して,そこから亀裂が発生して供試体全 体の破壊に至るような場合には,AE 判定降伏点により破 壊の始まりをはっきりと特定できた.

4. 供試体のひずみエネルギー

供試体が初期降伏点に達するまで,またピーク強度に達 するまでに貯えたひずみエネルギー<sup>2)</sup>をそれぞれ $u_y$ , $u_p$ として亀裂角度ごとに比較した図を図-6に示す.

 $u_p$ は亀裂角度に依存し、ピーク応力と同様な傾向を示した.これに対し、 $u_y$ は亀裂角度に依存せず、ほぼ一定となる傾向を示した.また $u_p \ge u_y$ の差はピーク応力と初期降伏応力の関係と同じく、亀裂角度45°で最小となった.

以上の結果から,今回のような亀裂密度の供試体が初期 降伏するまでに貯えるひずみエネルギーは,亀裂角度によ らず一定であるが,初期降伏後に供試体が貯えることがで



図-5 強度特性値の比較



図-6 ひずみエネルギーの比較

きるひずみエネルギーの大きさが,亀裂角度に依存している様子が見てとれる.

#### 5. おわりに

本研究では分布亀裂を含む供試体を作成し,一軸圧縮 試験とAE震源決定を行うことにより,亀裂角度による強 度・破壊特性の変化を考察した.その結果,今回のような 亀裂密度の供試体の場合,破壊の始まりは亀裂角度に依存 せず,一定であること,その後の破壊進展が亀裂角度に依 存する傾向があることがわかった.また破壊挙動によって は本研究で扱ったAE判定降伏応力を用いて,破壊の始ま りをはっきりと特定できる可能性が高いことが判明した. 今後,亀裂の条件を変えて実験を行うなどして実験データ 数を増やし,数値解析と比較・検討を行うことが課題であ ると考えられる.

### 参考文献

- 1) 丹羽義次,大津政康:アコースティック・エミッションの特 性と理論 4.1 破壊源探査
- 2) 園田佳臣,島田英樹:工学基礎・固体力学 2.5 弾性ひずみ エネルギー