

CS - 14

アダプティブ法を用いた格子モデルによるコンクリートの破壊シミュレーション

九州大学 学生員 ○廣末 龍文
九州大学 正 員 彦坂 熙

九州大学 正 員 John Bolander Jr.
九州電力 正 員 白石 貴司

1. 緒言

格子モデルは概念的には簡単であり、コンクリートの引張破壊の性質を表すのに有効である^{1) 2)}。しかし、計算モデルの自由度が膨大になるために、計算時間が長くなりまたコンピュータの容量にも限界があることから、その適用は比較的小規模の問題に限られる。本論文は、これらの問題を解決するためにアダプティブ法を提案し、その有効性を報告するものである。

2. 格子モデル

解析は、図-1に示すコンクリートCT供試体³⁾を対象に行った。格子モデルは、ひびわれの生じる中央部に使用する。コンクリートは、3つの成分（a：骨材、m：セメントマトリックス、i：骨材-マトリックス界面）からなる複合材料とし、これらをそれぞれ剛性と引張強度の異なるはり要素でモデル化する²⁾。コンクリートの材料とその破壊過程の3次元的な性質をよりよくモデル化するため、はり要素の材料特性を段階的に変化させる²⁾。また、周りの非破壊部の弾性域には、境界要素法によるスーパーエレメントを使用する。

3. アダプティブ法による要素分割

破壊が局所的な場合は、格子メッシュは破壊の生じる中央部全体に使用する必要はなく、破壊領域とその近傍のみに使用すれば十分である。すなわち、境界要素で囲まれた領域内のはり要素だけで格子メッシュを構成し、破壊がリガメントに沿って進むにつれて図-2に示すように、ファジィ制御によって格子メッシュを移動する。

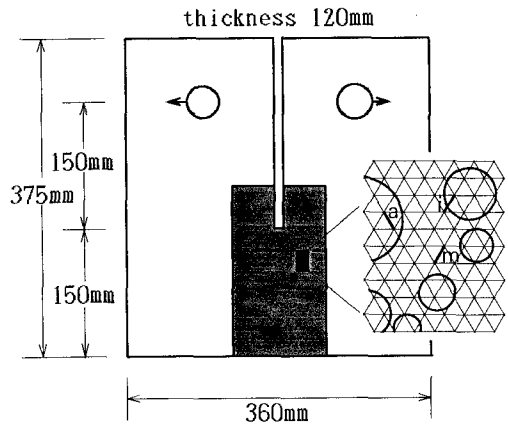


図-1 Concrete CT Specimen

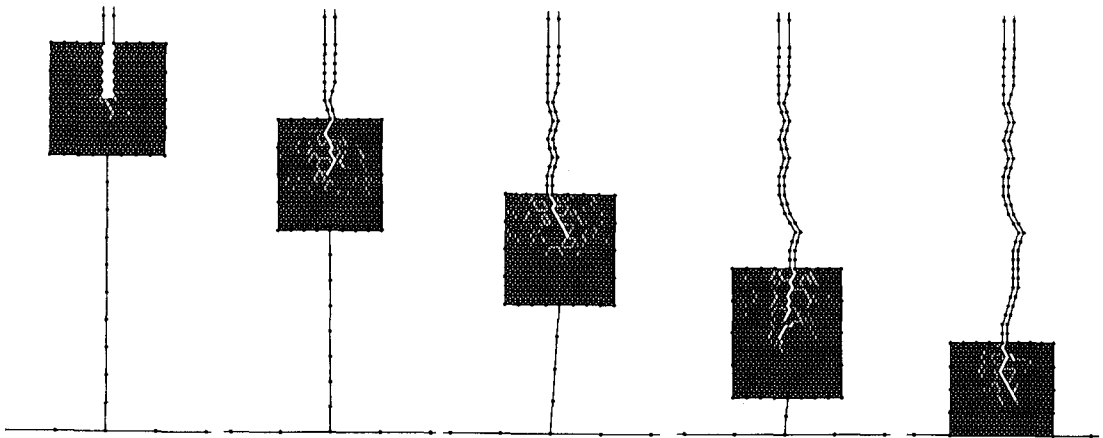
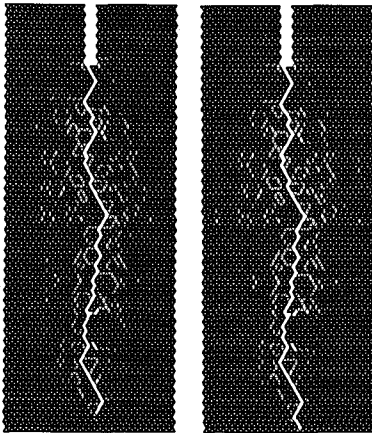


図-2 Adaptive remeshing

4. 解析結果

アダプティブ法による解析の有効性を検証するため、ひびわれの生じる中央部分すべてに格子メッシュを適用したものととの比較を行った。最終破壊状態を図-3に示すが、外側の極わずかな微細ひび割れ以外は完全に一致している。荷重-変位曲線も見分けがつかないほど一致している（図-4）。表-1よりアダプティブ法による解析時間および必要な記憶容量は非常に少なくなる。図-5には、リガメント長が2倍の供試体の破壊状態（途中まで）を示す。サイズの大きな供試体は、コンピュータの容量制限のためアダプティブ法による解析だけを行った。サイズを変えた供試体の解析結果を比較することにより、寸法効果の原因に関する情報が得られると考えられる。



(a) Adaptive (b) Complete
図-3 破壊状態(375*360*120)

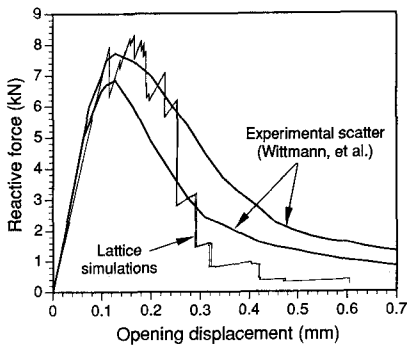


図-4 荷重-変位曲線(375*360*120)

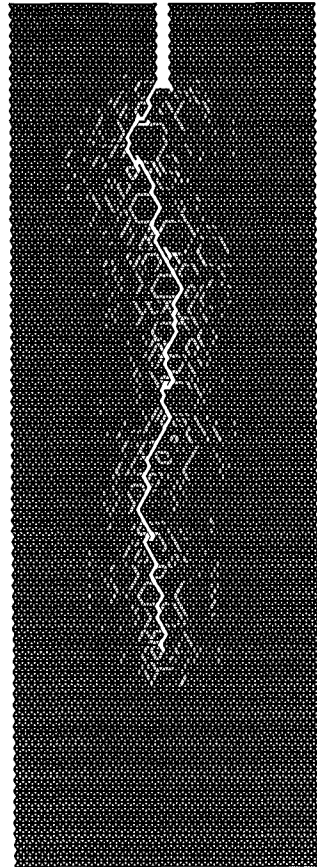


図-5 破壊状態(750*720*120)

表-1 計算効率の比較

Specimen size ³⁾ (mm)	Method	Computing ** Time (hr)	Degrees of Freedom	Mean Half Bandwidth	Required Memory (MB)
375*360*120	Adaptive	8.6	2201*	233*	4.1*
	Complete	137	5727	406	18.6
750*720*120	Adaptive	36	3376*	304*	8.2*
	Complete	-	25293	-	-

*最大値を示す **Macintosh Quadra 800を使用

<参考文献>

- 1) Schlangen, E. & van Mier, J.G.M., *Cem. & Conc. Composites*, 14, 1992, pp. 105-118.
- 2) Bolander, J., Hikosaka, H. & Shiraishi, T., *Memoirs Faculty Engng.*, 53(3), Kyushu Univ., 1993.
- 3) Wittmann, F.H., Mihashi, H. & Nomura, N., *Engng. Fracture Mech.*, 35(1/2/3), 1990.