

コンクリートの破壊力学モデル解析

(その2 J積分評価法との関連)

正会員 岸谷孝一^{*1} 同 ○ 村上 聖^{*2} 同 平居孝之^{*3}

1 序 論

その1に引き続き、本稿では、同じJ積分概念に基づく、結合力モデルとJ積分評価法との関連について実験的検討を行う。

J積分の評価には、Begley-Landesによる実験的方法、Rice式を用いる半解析的手法等がある。前者の方法は、J積分がき裂長さの変化に伴うポテンシャルエネルギーの変化を示すことをもとに、切欠深さの異なる供試体の荷重-載荷点変位曲線を実験的に求め、それにより得られるポテンシャルエネルギーを切欠面積に対してプロットした曲線の接線勾配からJ値を評価するものである。後者の方法は、き裂が深く、荷重-載荷点変位曲線がリガメント長さのみに依存する場合の切欠曲げ供試体に関してRiceによって導かれた次式に基づく評価である。

$$J = \frac{2}{Bb} \int_0^{d_c} P \, dd_c$$

ここに、B:はり幅、b:リガメント長さ、P:荷重、 d_c :載荷点変位のうち切欠きがあるために生じる成分。

結合力モデルによる評価は、相対切欠深さ比0.3の切欠き曲げ供試体に関する荷重-載荷点変位曲線の測定値にフィットするように、その1で述べた解析手順の逆解法により破壊過程域内部の構成法則(結合力開口変位関係)を矩形近似で求めた。

2 実験方法

破壊靱性試験は、寸法100×100×400mm、相対切欠深さ比0.1、0.3、0.5の切欠き曲げ供試体を用い、スパン高さ比3の midpoint 曲げ載荷で行った。載荷点変位の計測のため、供試体を21日間20℃水中で養生した後7日間空气中で自然乾燥し、載荷点下の両側面に端子のアンクル状金具を接着した。また、支承部のめり込みによる変位を除去するために、たわみ測定用治具はピン支持にて直接供試体に取り付けた。測定方法は、図1

に示す通りである。使用調合は、水セメント比50%、砂体積率0.3、砂利体積比0.4(大井川産川砂利、最大寸法15.0mm、FM6.50)のブレンコンクリートである。直接引張強度及び縦弾性係数は、それぞれ32.8と $3.36 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ である。

3 結 果

図2は、荷重-変位曲線に関する測定値と結合力モデルによる解析値を示す。前述のように、結合力モデルによる評価は、降伏強度 σ_Y の値を変化させて、相対切欠深さ比0.3の供試体に関する測定値(荷重と変位)にフィットするように、そのときのき裂先端開口変位 ϕ をその1で述べた解析手順の逆解法によって求め、J値を間接的に評価した($J = \sigma_Y \phi$)。そのようにして得られた破壊過程域内部の構成法則を図3に示す。相対切欠深さ比0.1及び0.5に関する解析値は、図3の構成法則に基づいて予測された結果であるが、測定値と良い一致を示しているように思われる。

図4は、Begley-Landesによる実験的方法、Rice式を用いる半解析的手法、及び上述の結合力モデルによる間接評価に基づくJ値-変位曲線を示す。この図から、結合力モデルによる間接評価は他の2者の方法の中間に位置し、同一変位の比較でRiceによる方法、間接評価、Begley-Landesによる方法の順でJ値は高く評価されるが、切欠深さの大きい範囲で3者の方法はそれ程差はないように思われる。しかしながらBegley-Landesによる方法及びRiceによる方法の場合は、評価点をどこに定めるか、即ち切欠先端部で視察されるヘア-状クラック(表面ひび割れ)発生点、最大荷重点、主ひび割れ開始点、あるいはアコースティックエミッションの急増点等、に関する問題は別に検討されねばならない重要な課題となることが、結合力モデルによる間接評価との対応から推察される。

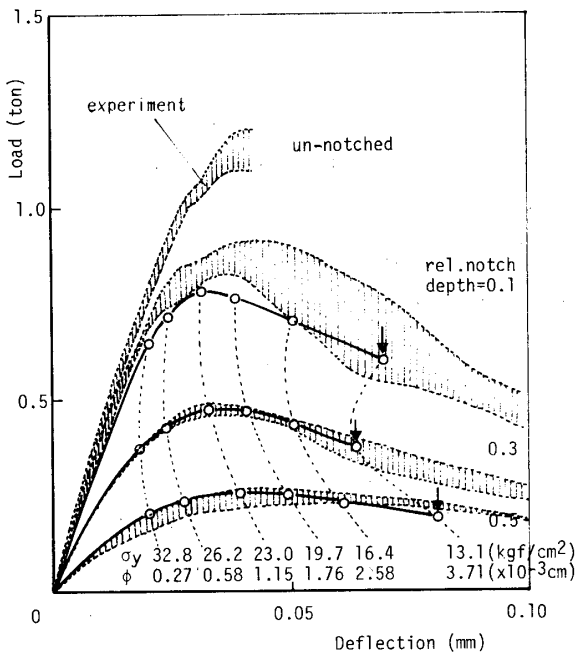


Fig. 2 Measured and Calculated Results for Load - Deflection Curve

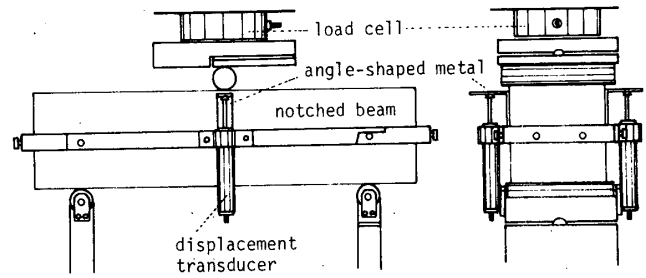


Fig. 1 Method for Measurement

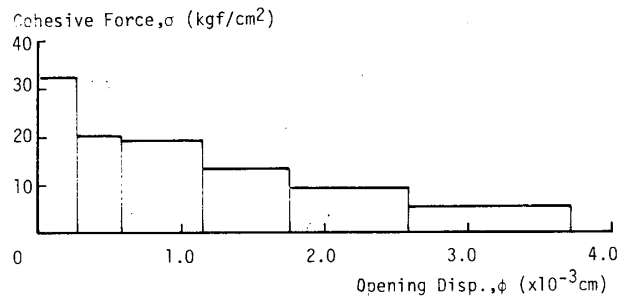


Fig. 3 Cohesive Force, σ - Opening Displacement, ϕ Relationship

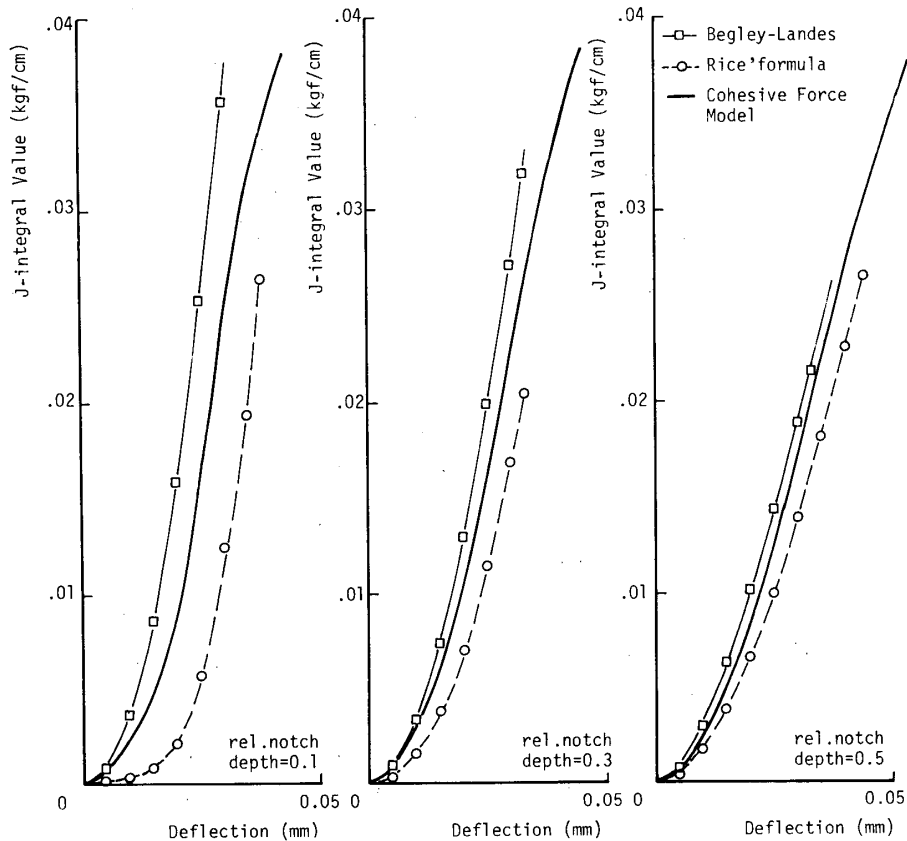


Fig. 4 Comparisons among J-integral Value - Deflection Curves Estimated by Begley-Landes Method, Rice's Formula and Cohesive Force Model

(* 1 東京大学教授、工博 * 2 東京大学大学院生 * 3 大分大学教授、工博)