I－PS4　対話型疲労亀裂進展解析プログラムの開発

法政大学　学生員　梶原　仁
法政大学　正　員　森　猛
法政大学　正　員　長谷川 洋介

１．はじめに

近年、鋼橋に疲労損傷事例が数多く報告されるようになり、損傷部材の健全度の評価や補修の時期と方法などが問題となっている。損傷部材の健全度を評価し、補修の時期を判断する上で損傷部材の余寿命を明かにすることが不可欠であり、余寿命の予測には破壊力学の手法を利用した疲労亀裂進展解析が有効とされている。しかし、この方法は煩雑なため、橋梁の維持管理に携わる一般の技術者が容易に利用するには至っていないのが現状と考えられる。本研究では、疲労亀裂が検出された部材の余寿命を一般の技術者が正確かつ容易に予測できる対話型の疲労亀裂進展解析プログラムをパソコンをベースとして構築した。

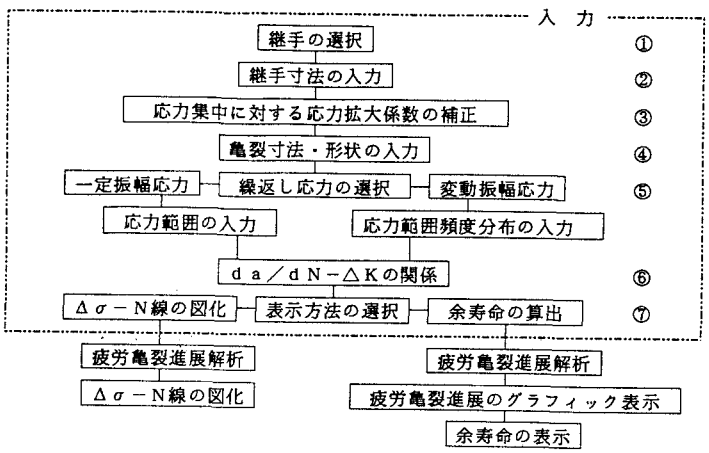

図１　プログラムのフローチャート

２．プログラムの機能

本プログラムのフローチャートを図１に示す。プログラムを実行するには以下の入力が必要である。①継手の選択 ②継手寸法の入力 ③応力集中に対する応力拡大係数の補正 ④亀裂寸法の入力 ⑤繰返し応力の選択 ⑥疲労亀裂進展速度表示式の選択 ⑦結果の表示方法の選択。

①継手の選択では図２に示すような鋼構造物で代表的な８種類の継手が選択可能である。なお5.縦方向溶接継手ではビード表面から生じる表面亀裂に加え、継手内部のブローホールから発生した疲労亀裂の進展も解析できる。

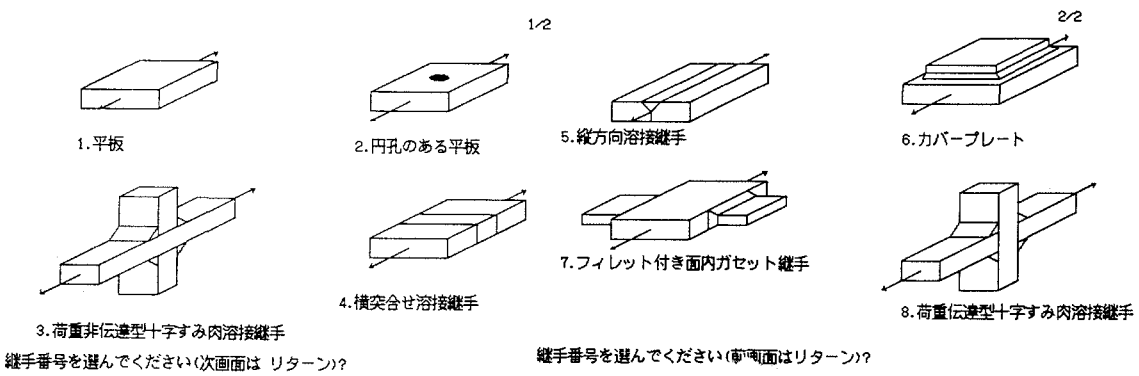

図２　解析可能な継手

②継手寸法の入力では、継手の形式により板厚、板幅、溶接の大きさなど、解析に必要な寸法を対話形式で容易に入力できるようにしている。③応力集中に対する補正係数は、補正係数を直接入力するかあるいは継手部の応力分布を入力することにより計算できるようにしている。また、簡便式が求められているものについてはそれを利用できるようにしている。④亀裂寸法の入力は、検出された亀裂の形状（貫通亀裂、半楕円形の表面亀裂、１／４楕円形の表面亀裂、片側貫通亀裂）により、最小限必要な数値（亀裂の深さ、長さ、位置など）を与えることにより行われる。また、単一の亀裂だけではなく最大５つの亀裂の進展を同時に扱うことができる。⑤繰返し応力は、一定振幅応力あるいは変動振幅応力から選択する。一定振幅応力では応力範囲を入力し、変動振幅応力では図３に示すように応力範囲頻度分布を応力範囲と繰返し回数を入力することにより与える。⑥疲労亀裂進展速度表示式は、以下の３つの式の中から選択し、それらの式に含まれる材料定数Ｃ、ｍ、ΔK_{th}を入力する。

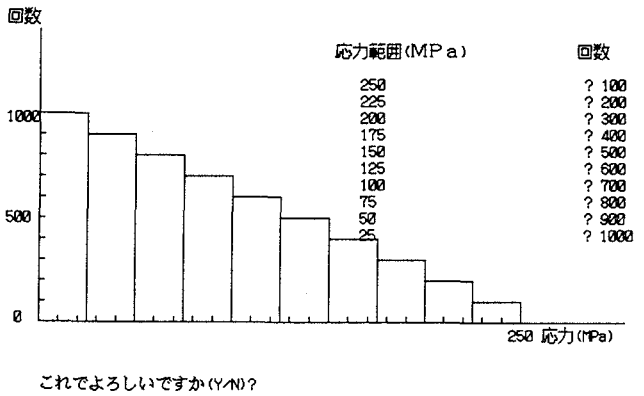

図３ 応力範囲頻度分布の入力

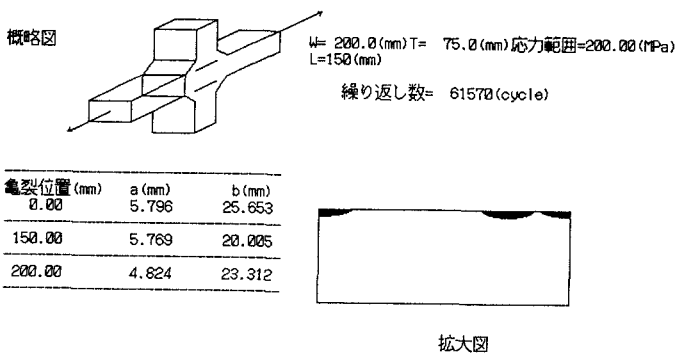

図４ 疲労亀裂進展解析のグラフィック表示

$$da/dN = C(\Delta K)^m \quad (1) \qquad da/dN = C(\Delta K^m - \Delta K_{th}^m) \quad (2)$$

$$da/dN = C(\Delta K)^m \quad (\Delta K > \Delta K_{th}) : da/dN = 0 \quad (\Delta K \leqq \Delta K_{th}) \quad (3)$$

⑦結果の表示方法では、余寿命の算出あるいは$\Delta\sigma$－Ｎ線の図化のいずれかを選択する。以上で入力が終了し進展解析が行われる。

余寿命の算出では、図４に示すように、応力繰返しに伴う疲労亀裂の進展過程をグラフィック画面上で確認できるようにしている。最後に余寿命が表示される。

３．おわりに

一般の技術者が疲労損傷部材の余寿命を正確かつ容易に評価できることを目的として開発した対話型の疲労亀裂進展解析プログラムを紹介した。このプログラムはまだ開発段階である。より使いやすいものとするため、またできるだけ多くの継手に適用できるように改良する予定である。そのためのご意見をお聞かせ頂ければ幸いである。