

○法政大学 学生員 梶原 仁 法政大学 正 員 長谷川 洋介
法政大学 正 員 森 猛 日本道路公団 増井 大

1. はじめに

近年、橋梁などの鋼構造物に疲労亀裂が生じたという損傷事例が数多く報告されている。これらの損傷を未然に防止するためには、合理的な方法で疲労に対する安全性の照査を行う必要がある。疲労に対する安全性を照査するための基準類としては、昨年発刊された日本鋼構造協会『鋼構造物の疲労設計指針・同解説』（JSSC指針）が現在のところ最も信頼性が高いと考えられる。ここでは、JSSC指針に基づき、一般の技術者が鋼構造物の疲労に対する安全性の照査や疲労寿命の推定を容易に行うことができる対話型疲労照査プログラムを開発したので、その概要と使用例について報告する。

2. プログラムの概要

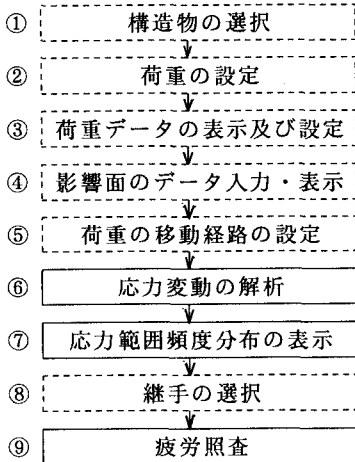


図1 プログラムの流れ

本プログラムの流れを図1に示す。①本プログラムは、道路橋、鉄道橋、モノレール、クレーン、アンロードに適用可能である。②荷重はシミュレーション荷重(重量や、順序を確率変量とした活荷重)と標準荷重(重量一定の単数または複数の活荷重)からなっている。③車両データは対象とする構造物に応じてあらかじめ必要なデータが入力されており、必要に応じてこれらのデータを修正する。④応力の影響面は、長さ方向と幅方向にそれぞれ任意の数に任意の位置で碁盤の目状に分割し、分割線の交点で縦距を与えることにより定義する。⑤荷重の移動経路は道路橋の場合、車線中央を荷重が通過することを基本とし、シミュレーション荷重は車線中央を中央値とする正規分布に従うとしている。鉄道橋、モノレールでは荷重が軌道上を移動することとし、クレーン、アンロードでは荷重の移動経路を任意に設定することとしている。⑥応力変動の解析は荷重の移動と影響面を利用して行う。そして解析結果を基に⑦応力範囲頻度分布を作成する。⑧対象部位の継手の分類をJSSC指針に従って行なうことにより疲労設計曲線を定め、これを応力範囲頻度分布と比較することにより、⑨疲労照査を行う。

3. プログラムの使用例

本プログラムの使用例として鉄道橋¹⁾(単純プレートガーダー橋、2本主桁、支間22.3m)の疲労照査例を示す。照査部位は支間中央に位置する面内ガセット溶接継手(非仕上げ)とする。荷重はシミュレーション荷重とし、1日の走行列車数を100本とした。

プログラムを実行し、鉄道橋を選択する。そして、疲労荷重としてシミュレーション荷重を選択する。すると、図2に示すように軸数や形式により分類された車両データが表示される。これらのデータは実測値に基づいた、全長、幅、軸間距離、軸重、重量の分布形であり、必要があれば自由に変更できる。次に応力の影響面を作成する。影響面は、橋上を10kNの単一荷重が走行する際に対象とした継手部に生じる応力の値(単位:MPa)を入力することにより作成する。分割線どうしの交点における縦距(応力)の入力が終了すると、分割した碁盤の目の長方形をさらに3つの節点からなる三角形に分割する。そしてこの3つの節点により平面を作成し、荷重点が含まれる平面を判断させ任意の位置での縦距を算出するようにしている。その後、図3に示すように影響面がグラフィック表示され、その形状を視覚的に確認することができる。次に、これらの荷重データと影響面を利用して列車が軌道上を通過するときに生じる応力変動を計算する。図4に示すように列車の走行に伴う応力の変動がグラフィック画面上にリアルタイムで表示される。この応力変動にレインフロー法を適用することにより図5に示す応力範囲頻度分布が計算され、表示される。

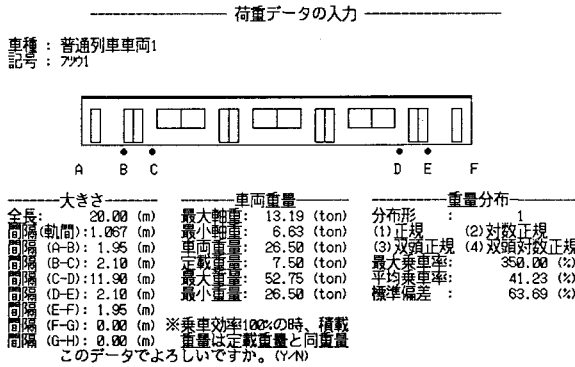


図2 荷重データの入力

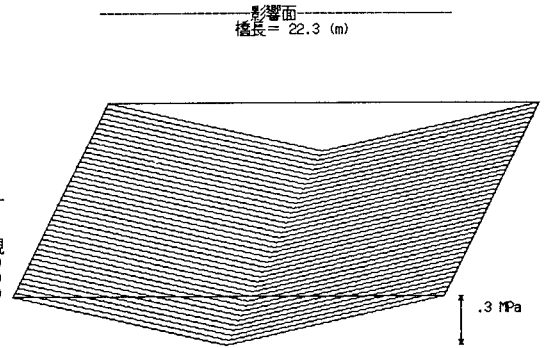


図3 応力の影響面

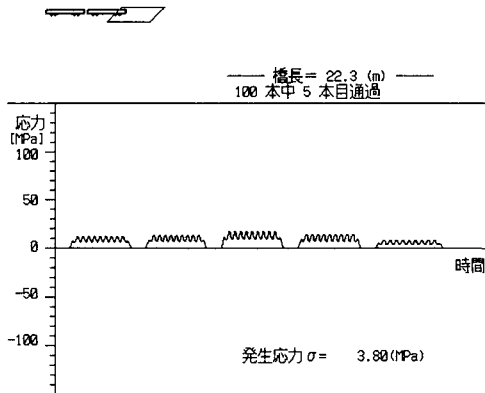


図4 応力変動のグラフィック表示

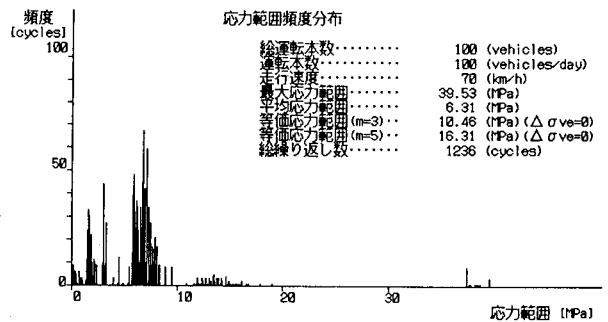


図5 応力範囲頻度分布

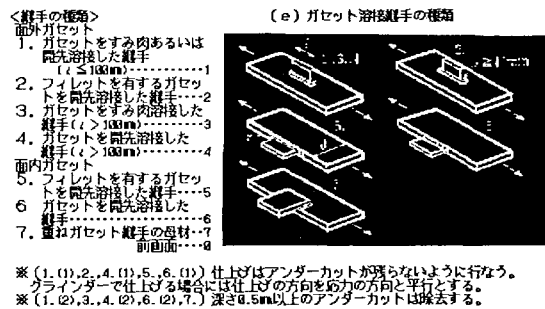


図6 継手の選択

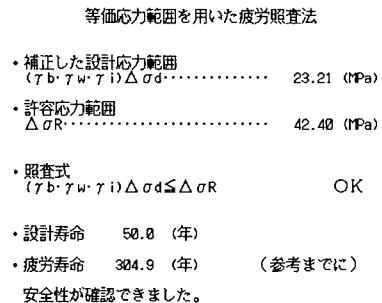


図7 疲労照査結果

次に図6に示すようにJSSC指針に従い対象とする継手を選択する。すると、面内ガセット溶接継手の強度等級Hが表示され、疲労照査を行うための $\Delta \sigma - N$ 関係が準備される。そして、この $\Delta \sigma - N$ 関係と応力範囲頻度分布を線形累積被害則に基づき比較することにより疲労照査を行う。この照査例では、図7に示すように設計寿命50年に対して疲労寿命304年となり、対象部位の疲労に対する安全性が確認されたことになる。

参考文献

- 1) 福田武雄、安宅勝、友永和夫：橋梁工学別巻橋梁設計例、オーム社