

東京電力㈱ 正会員○安田 登 ㈱日建設 正会員 鈴木 正敏
 “ “ 堤 知明 “ “ 加久本龍治

はじめに

土木構造物における信頼性設計法の適用に関する研究は、近年、精力的に進められ、その成果の一部が実際の設計に使用される試みもいくつかみられるようになってきた。しかしながら、なおいくつかの課題が残されていることも事実である。その一つとして信頼度の算定が現行の安全率の計算に比較して煩雑であり、かつ、計算過程で取り扱う種々の不確実性の取り扱い方、統計的処理の仕方がわかりにくいという点である。信頼度の計算過程では、種々の不確実性の定量化、破壊モード、破壊基準の設定、信頼度算定法の選択など、最終的に得ようとする信頼度に影響を及ぼす様々な内容が含まれている。一方では、現行設計法において、構造解析手法の研究が進み、より複雑化した構造解析プログラムが用意されてきている。信頼度算定においても、これらのプログラムに大幅な追加、修正を加えることなく利用出来ることが理想的である。以上のような現状を踏まえて、本報告書では、今後多種多様な構造物の信頼度算定が必要になることを考え、信頼度算定の過程の明確化とその汎用化を目的とする考察を行なった。ここでは、これらの目的を満たすものを、「汎用的信頼度算定手法」と定義している。

1. 信頼度算定の現状

信頼度計算に関する煩雑性、わかりにくさの指摘の背景には次のような理由が考えられる。

- ① 個別の構造物、特定の破壊モードを対象として、固有な信頼度算定法が、開発されてきたため、他構造物、他破壊モードへの拡張が容易でない。
- ② 計算過程の途中経過を、わかりやすい形で表現する努力がなされておらず、信頼度という最終結果のみを出力していたため、利用者にとって信頼度算定そのものがブラックボックス化していた。
- ③ 複雑な構造物に対しては、信頼度算定においても、現行で使用されている構造解析ソフトの利用が不可能となり、その際に、新たに、より複雑な構造解析プログラムを開発する必要があるのではないかという疑念。

このような、信頼度算定に対する批判、疑念があるため、明解な形で多くの構造物の信頼度算定が可能となるような方法の枠組みを提示することが、本報告の目的とするところである。

2. 汎用的信頼度算定手法の提案

(1) 汎用的信頼度算定手法の目標

この手法の具体的目標は次の通りである。

- ① 他構造物、他破壊モードでの信頼度算定が、統一的に説明できること。
- ② 計算過程が明確となっており全体フローが一般化されていること。
- ③ 信頼度算定の各段階で途中情報が点検できるようになっていること。
- ④ 既存の構造解析コンピュータープログラム等の共用、援用が容易であること。
- ⑤ 現行設計法で得られる安全性照査結果との対比も可能であること。

(2) ブロック分割化の提案

汎用化へのアプローチは様々な形が考えられるがここでは以下の理由によりブロック化を提案する。信頼度算定の各段階をブロックとして取扱うことにより、各ブロックの内容、範囲が明確化でき、他構造物、他破壊モードへの一般化が、同一のテーブル上で議論できるようになる。また、各ブロックごとの機能チェックもできる。更に、これらのブロック中に、構造解析を受け持つ部分を独立させておくことにより、既存コンピュータープログラムの流用も可能となってくる。つまり、適当な構造解析法のための取り換えが可能とな

る。さらに、信頼度算定結果は、現行設計法の結果との対比が当面必要となることが多い。したがって、信頼度算定のフローが、でき得る限り現行設計法のそれと対応している事が望ましい。汎用的とは言っても、全ての構造物、破壊モードを網羅できるものをつくりあげることは、現行設計法においてさえ困難であることより、少なくとも、どの部分が共通化できるか、あるいは他構造物、他破壊モードへ拡張するのにどこの部分に検討を加えればよいかは明らかになってくると考えられる。図-1にここで提案したブロックの全体フローを示す。

(3) ブロックの内容

(a)設計条件設定ブロック：信頼度算定に必要な条件の設定を行なう。（図-2）(b)データ解析ブロック：必要なデータの読み込みと統計処理を行う。（図-3）(c)性能関数ブロック：破壊モードに従い性能関数を設定するが、構造解析の効率化を考慮してできる限り $Z = R - S$ （ R は耐力、 S は荷重の形にしたもの）とする。（図-4）(d)構造解析ブロック：既存構造解析プログラムを利用して、(c)で設定した R 、 S それぞれについて平均値、分散、ひずみ度の算定をローゼンブルース法により行う。なお、構造物、破壊モード毎に標準的な分布形を別途検討して用意しておく。（図-5）(e)信頼度算定ブロック：(d)で得られた R 、 S の情報と、それぞれの分布形を考慮して信頼度の算定を行う。（図-6）(f)出力ブロック：出力の指示を行なうブロック

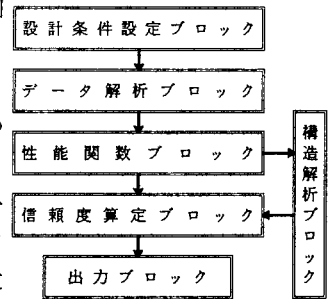


図-1. 汎用的信頼度算定ためのブロックチャート

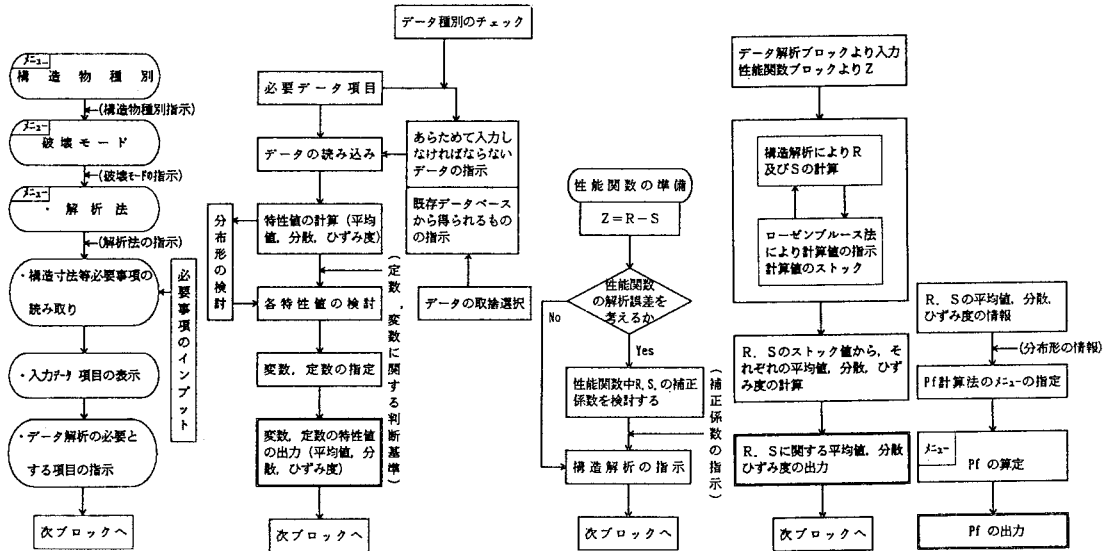


図-2. 設計条件設定ブロック

図-3. データ解析ブロック

図-4. 性能関数ブロック

図-5. 構造解析ブロック

図-6. 信頼度算定ブロック

3. 今後の課題

現在、ボックスカルバートを例に信頼度算定プログラムを作成し、手法の有効性を検証しているが更に、このブロック化に従っていくつかの構造物について信頼度算定を行ない、実用的な面でのチェックから各ブロックの改良を目指す。