

土木学会構造物荷重指針連合小委員会

本城目次構成案に対する具体的記述部分挿入(たたき台)

本城先生 目次案(2003/10/11)

本論

部 一般論

1. 目的と基本方針
 - 1.1. 目的
 - 1.2. 基本方針
2. 範囲
 - 2.1. 性能設計と作用
 - 2.2. 作用主因子
3. 作用・環境的影響の分類と特性値
 - 3.1. 作用
 - 3.1.1. 永続作用
 - 3.1.1.1. 定義
 - 3.1.1.2. 記述形式
 - 3.1.2. 変動作用
 - 3.1.2.1. 定義(静的、動的作用の議論必要)
 - 3.1.2.2. 記述形式
 - 3.1.3. 偶発作用
 - 3.1.3.1. 定義
 - 3.1.3.2. 記述形式
 - 3.2. 環境的影響
4. 作用・環境的影響の組み合わせ
5. 用語の定義

部 各論

1. 基本方針
2. 死(固定)作用
3. (活荷重)
4. 風作用
5. 地震作用
6. 雪作用
7. 温度作用
8. 波浪および流体による作用
9. 地盤作用(geotechnical actions)
10. 衝撃作用
11. 環境的影響

付録

- 「性能設計における作用・環境的影響指針」補足説明
- 国際設計指針・基準等における荷重・作用の現状

- 国内設計指針・基準等における荷重・作用の現状
- 「作用主因子」について
 - 作用主因子の説明
 - 作用主因子と設計に用いる作用の特性値？
- 統計的手法による作用モデルの構築
- 信頼性理論に基づく作用組み合わせ
- 部分係数法を用いる場合の部分係数の決定方法（具体例を含む）
- 偶発作用の考え方（野津提案）
- 各作用のリンク先、データベース等の紹介
- 各作用別の補足説明（積極的な Recommendation を歓迎）

本論の構成の議論に、各作用の代表者が入り、ある程度の合意が得られてから、各論の作業に入るのがよい。

部 一般論

1. 目的と基本方針

1.1 目的

欧州統一基準（Eurocodes）に代表されるように構造設計基準の国際化が進んでいる状況下において、わが国の構造設計基準も、性能設計のコンセプトの導入、構造物に作用する荷重や耐力の規定、性能照査式の規定、用語や記号の統一等を通して、その説明性（accountability）の確保や透明性（transparency）の増大が求められている。Eurocodes などから見てもあきらかなように、構造設計基準の最も基本的な部分は、構造物に作用する荷重を規定する荷重指針である。しかしながら土木構造物に関する我が国の状況は、構造物の耐力に関しては多くの詳細な研究やデータが存在し研究も活発であるのに対し、荷重側の情報の整備や、その適切な処理方法については、その成果が十分に一般設計者に周知されていない。

この反省にたつて、本荷重指針は、土木構造物を対象とした我が国の共通の荷重指針作成を目的として企画された。

1.2 基本方針

本荷重指針作成の基本方針は、次の通りである。

- (1) 本指針は、性能設計の考え方に基づいており、設計における相当程度の自由度を許すために、設計者が荷重データの共有化を計り、当面の目的に応じた荷重の設定を可能にする。性能設計全体の枠組みの設定は、別に定めた包括設計コードに示す。（本コードは、Eurocode 1 に当たる。Eurocode 0 は、他のコードで補う。）
- (2) 本指針は、特定の設計用荷重モデルを想定しない。むしろ、作用に関する種々の情報（データとその処理方法を含む）を集約、共有化することをめざす。これは、性能設計では、設計者が耐力の算定で自由度を持つのとおなじように、荷重の設定についても自由度を持つという基本コンセプトによる。
- (3) 本指針では、作用主因子に関するデータの共有化を目的とする。作用主因子から導出される種々の設計用荷重モデルについては、その幾つかの代表的な手順や手法は示すが、それらのある特定のものを本指針の推奨法とはしない。設計用荷重モデルは、当該構造物の事業主体 / 所有者 / 所轄行政機関等が定めるものであり、このような一般的な基準でこれらを特定することはできないという理由による。
- (4) 本荷重指針は、つぎの内容を含む：
 - ・ 荷重・作用の定義と分類
 - ・ 作用組み合わせの基本的考え方の整理
 - ・ 種々の作用主因子に関する、代表的なデータベースの提供
 - ・ 種々の作用主因子から、代表的な設計用荷重モデルを導出する方法の整理と紹介
 - ・ 統計的手法を含む、一般的な作用データの整理方法
- (5) 種々の作用主因子に関するデータベースの構築は、本指針の大きな部分を占め、将来的には、柔軟なデータ更新システムを構築し、研究や関連機関により得られたデータが指針の中に継続的に蓄積、集約できるように工夫する。

2 . 範囲

2.1 性能設計と作用

本指針は、性能設計の立場に立つ。従って、構造物に対する最終的な要求性能は、性能マトリックスの形で与えられることを想定している。性能マトリックスでは、構造物に対する要求性能は、作用の発生頻度に対応して指定される大きさを示す縦軸と、構造物の限界状態を横軸として、構造物の重要度に応じてその要求性能を指定する。

本指針は、この性能マトリックスの縦軸にあたる、「作用の大きさと頻度（想定できる最大作用の推定を含む）」に関わる情報の集約と共有を目指している。

2.2 作用主因子

本指針では、次の2つの言葉を厳密に使い分けているので、その定義を明確にしておく。

【作用主因子】

本指針で取り扱う設計荷重算定のための作用の主因子となる物理量であり、本指針では、その確率分布モデルが与えられる。

【設計用荷重モデル】

荷重効果を算定するために構造物に作用させる荷重である。その内容は、安全性照査のための限界状態に適切に対応させるために構造物に作用させる分布形状などのモデル化が行われている。

3 . 作用・環境的影響の分類と特性値

3.1 作用

3.1.1 永続作用

3.1.1.1 定義

永続荷重は、基準期間を通して連続的に作用する傾向のあるものであり、その大きさの経時的変化は、その平均値に比較して無視できるもの、または変動が一方向的で限界値となっているものである。

3.1.1.2 記述形式

3.1.2 変動作用

3.1.2.1 定義（静的、動的作用の議論必要）

変動荷重は、平均値に関してその大きさの経時的変化が無視できないもの、あるいは単調ではないものである。変動荷重は、時間あるいは空間のランダムあるいは非ランダムな関数で記述でき、極値の確率モデルは基準期間に常に対応していなければならない。

3.1.2.2 記述形式

3.1.3 偶発作用

3.1.3.1 定義

偶発荷重は、基準期間内には構造物に対して大きな値で、稀な荷重である。

3.1.3.2 記述形式

3.2 環境的影響

環境的影響は、力学的、物理的、化学的あるいは生物学的特性があり、構造材料を劣化させる。そして、構造物の安全性や使用性に悪影響を及ぼす。環境的影響は、作用と多くの点で類似性があり、作用と同じように、特に時間的変動性に関して、分類される。このように環境的影響においても、永続、変動、偶発といった分類が可能である。

4 . 作用・環境的影響の組み合わせ

本指針で規定される作用を用いて各種構造物を設計する場合、構造物の要求性能に対して設定される限界状態（通常使用および終局限界状態）に関連した主要な作用を定め、規定された基準期間においてそれらの組み合わせを考えることになる。

使用する設計基準が一定の信頼性レベル（目標信頼性指標あるいは許容破壊確率）を確保するように規定されている場合は、確率論的組み合わせ解析を行う必要がある。しかし、このような解析を個々の構造物を設計するたびに実施するのは困難な作業で実用的ではない。そこで、Eurocodes 等では、予め代表的な構造物を想定して、設定された限界状態ごとに関連する作用の確率論的組み合わせ解析を実施し、関連する作用によって導出される設計用荷重を設計用荷重の基準値に組み合わせを考慮した荷重係数と呼ばれる係数をかける形で規定している。本指針は、このような確率論的組み合わせ解析に対応できるように作用のモデル化を行っている。

この他、経験的・先験的に各限界状態における荷重組み合わせを行う方法がある。この方法は、従来から行われている方法で、対象とする構造物や限界状態において「主作用」と「従作用」を定め、対象としている限界状態において「主作用」が極値（非常時の値）をとる場合を考えて設計用荷重を設定し、それに「従作用」の任意時点の値（常時の値）を組み合わせる方法である。その主作用状態に付加して他の作用をどのように組み合わせるかについても、荷重効果の確率モデルを用いて荷重組み合わせ解析を確率論的に行う必要がある。例えば、極めて稀な地震荷重に対する限界状態のチェックを行う際に、同時に数百年に一度の積雪荷重が作用している可能性は無視し得るほどに小さいことを表現するための処置である。作用区分に定義される永続作用は、時間変動を伴わないものであるので、「主作用」と同時に作用させる必要があり、その際には、作用低減は考慮しない。しかし、変動作用の「従作用」については、超過確率が大きい低い荷重状態を設定する。

Eurocodes 等で一般的にも用いられる作用組み合わせの手法としては、Borges-Cstanheta 荷重モデルに Turkstra 則を適用する手法がある。その詳細は、付録で示す。

5 . 用語の定義

ここでは、本指針で示す作用主因子のサンプリングおよび使用法の基礎となる性能設計法および統計処理等の分野の関連技術用語について、定義し解説する。

【作用主因子】

本指針で取り扱う設計用荷重算定のための作用の主因子となる物理量であり、本指針では、その確率分布モデルが与えられる。たとえば、地震荷重では、最大加速度であり、風荷重では、最大瞬間風速等である。

【設計用荷重モデル】

荷重効果を算定するために構造物に作用させる荷重である。その内容は、安全性照査のための限界状態に適切に対応させるために構造物に作用させる分布形状などのモデル化が行われている。たとえば、橋梁に作用する分布活荷重（L 荷重）は、その作用形状は実在しない理想化された分布形状が与えられており、桁に生ずる弾性限界状態の最悪荷重状態を算定するためのモデルである。

【荷重効果】

設計用荷重を構造解析モデルに与えて得られる応答値であり、限界状態の定義に基づいて、応力、ひずみ、断面力、部材変形等がある。

【作用】

作用とは、構造物に作用している集中あるいは分布した力学的な力の集合（直接作用）をいう。

【間接作用】

構造物内に生じる変形や強制変形の原因になるものをいう。現行設計法では、「影響」という用語が用いられている。つまり、クリープの影響、乾燥収縮の影響、地盤変動の影響、支点移動の影響、地震の影響、温度変化の影響などにより構造物に力が作用する場合である。

【環境作用】

力学的、化学的あるいは生化学的に構造材料を劣化させるなど、安全性や使用性に悪影響を及ぼす要因となるものをいう。例えば、湿度、塩分、酸などがある。

【作用主因子の確率量基本値】

本指針では、作用の主因子を確率モデル化するが、その確率モデル化する物理量を確率量基本値という。

【主荷重】

構造物の限界状態において支配的となる荷重を主荷重という。

【従荷重】

構造物の限界状態において支配的となる荷重作用に付加して組み合わされる荷重を従荷重という。