

フィリピンと日本の構造基準の比較に関する基礎的研究

その7 荷重に関する比較

構造基準 比較	フィリピン 荷重	日本 設計法
------------	-------------	-----------

正会員 ○清水豊和 1*	正会員 佐久間順三 2*
正会員 芝沼健太 2*	正会員 石山祐二 3*
正会員 加藤秀弥 4*	正会員 岡本隆之輔 5*
正会員 檜府龍雄 6*	正会員 城 攻 3*
正会員 白川和司 7*	正会員 松崎志津子 8*
正会員 関松太郎 9*	正会員 保坂公人 10*
正会員 北 茂紀 11*	正会員 金田恵子 8*

1. はじめに

フィリピンの構造基準(NSCP 2010)¹⁾で考慮する荷重を紹介する。

2. 概要

NSCP 2010(第6版)の荷重関連の基準は米国規準をベースとしており、主な荷重・構造の対応を表1に示す。

表1 NSCP各基準と米国規準の関係

荷重名	米国規準
地震荷重	UBC 1997 ²⁾ を採用
風荷重	ASCE 7-05 ³⁾ を採用
その他の荷重	IBC 2009 ⁵⁾ を参照
RC構造部材の設計	ACI 318-08M ⁴⁾ を参照
S構造部材の設計	AISC, AISI を参照

3. 限界状態

設計の際に二つの限界状態を確認する。第一に基準で示されている荷重組合せに対して、強度限界状態(Strength Limit State)を超えてはいけない。これは、建物の安全性の確認に相当する。第二は使用限界状態(Serviceability Limit State)で、建物の剛性、即ち鉛直荷重時のたわみ、水平荷重時の層間変位が基準値を満足している事を確認する。

計算手法は、強度設計(Strength Design)、荷重・耐力係数設計(Load and Resistance Factor Design)、許容応力度設計(Allowable Stress Design)による。強度設計は鉄筋コンクリート構造の設計基準で用いられている用語、荷重耐力係数設計は鉄骨造の設計基準で用いられている用語で、同義語である。以下、本稿においては荷重・耐力係数設計(LRFD)に呼称を統一する。

4. 基本荷重

基本荷重としては以下を考慮する。

D：固定荷重(死荷重)

L：積載荷重(Lr：屋根積載荷重)

E：地震荷重

W：風圧力による荷重

F：洪水荷重(指定地域にて採用)

H：水平に作用する土圧又は水圧による荷重

R：大雨荷重

T：温度荷重

考慮すべき基本荷重は雪荷重が除かれている他は IBC 2009 と同じである。洪水や大雨、温度荷重など、日本では特殊条件と思われるものが含まれている。

固定荷重(D)には、建物の自重及び建物に固定された機具や機器の重量を含む。空調設備等も固定荷重に含む。

積載荷重(L)には、建物の使用や使用する人々によって発生する荷重を含み自然環境による荷重(地震・風、その他)を含まない。積載荷重の基準には、日本のように「床用・ラーメン用・地震用」といった3種類の数値設定は無く、日本で「床用」に相当する荷重のみが指定される。床を支持する部材の検討の際には、支持部材の負担面積の大きさに応じて積載荷重の低減式を考慮する。連梁の場合、全ての梁に積載荷重が作用する場合と、1スパンおきに作用する場合(パターンローディング)を考慮する。

地震荷重(E)の設計用地震動は50年間の超過確率10%で定義する。を算定する際の質量(地震時重量)に算入するのは固定荷重と下記の荷重である。

- ・倉庫、貯蔵庫等の場合、床積載荷重の25%
- ・間仕切壁荷重を考慮する場合は、0.5kN/m²以上
- ・永久的な設備の総重量

風圧力による荷重(W)の算定では、日本の建築基準法と同様に、骨組み用荷重と外装用荷重を定め、設計用風圧力は速度圧と風力係数の積として算定、地表面粗度区分を4区分しガスト影響係数を算定する。個々の数値は日本のものとは異なる。設計風速は年超過確率2%の地上10mの3秒平均風速(瞬間風速)で定義する。

5. 荷重組合せ

荷重組合せは荷重・耐力係数設計(LRFD)用の組合せと

許容応力度設計(ASD)用の組合せが提供されており、採用する設計法に準じて下記を考慮する。

(a) 荷重・耐力係数設計(LRFD)用組合せ

- (1) 1.4(D + F)
- (2) 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(Lr or R)
- (3) 1.2D + 1.6(Lr or R) + (f1 L or 0.8W)
- (4) 1.2D + 1.6 W + f1 L + 0.5(Lr or R)
- (5) 1.2D + 1.0E + f1 L
- (6) 0.9D + 1.6W + 1.6H
- (7) 0.9D + 1.0E + 1.6H

f1 は集会用途、積載荷重が駐車場用又は 4.8 kN/m^2 以上 の場合は 1.0、その他の場合は 0.5 とする。

上記のような係数をかける前の荷重値を公称荷重(Nominal Load)とよび、係数がかかった係数後荷重(Factored Load)と呼んでいる。基本荷重のうち、地震荷重以外の荷重値は旧基準で採用されていた許容応力度設計に対して算定されている。荷重・耐力係数設計への換算分と各荷重の超過確率を考慮した分を加味して各係数が設定されている。地震荷重は荷重値の算定において終局強度レベルを想定しているため、係数が 1.0 となっている。

鉄筋コンクリート構造に対する設計用荷重組合せが別途定められている。これは、ACI 318-08 に準拠したものだが、f1 が全ての場合に 1.0 となる他は、上記の(1)～(7)と差は無い。鉄筋コンクリート構造は強度設計法に移行しており、許容応力度設計法は残っていない。

(b) 許容応力度設計(ASD)用組合せ

- (1) D + F
- (2) D + H + F + L + T [日本の長期荷重時に相当]
- (3) D + H + F + (Lr or R)
- (4) D + H + F + 0.75 {L + T + (Lr or R)}
- (5) D + H + F + (W or E/1.4)
- (6) D + H + F + 0.75 {L + Lr + (W or E/1.4)}
- (7) 0.6D + W + H
- (8) 0.6D + E/1.4 + H
- (9) D + L + (Lr or R)
- (10) D + L + W [日本の暴風時に相当]
- (11) D + L + E/1.4 [日本的一次設計地震時は D + L + E]

前述の通り、荷重値は旧基準を踏襲し、許容応力度設計(ASD)を前提とした算定であるため、ほとんどの係数は 1.0 である。地震荷重は逆に 1/1.4 の係数を乗じる。

NSCP では、上記のうち(1)～(5)は許容応力度の割増無し、(6)～(8), (10), (11)は 1/3 の割増(約 1.33 倍)をして良い。IBC2009 では、(1)～(8)が割増無し、(9)～(11)が許容応力度を 1.3 倍割増可としている。

許容応力度設計法は、地盤、鉄骨造、木造、組積造で規定されている。

6. 日本の建築基準法と比較した場合の特徴

日本は地震国であるため、建物の構造部材は地震荷重が決定要因となる場合が多い。破壊モードやヒンジ発生順序等の把握のため、保有水平耐力の算定は荷重増分解析で求めるのが一般的である。非線形解析の算定結果は、他の基本荷重の結果と重ね合わせられないため、荷重ケース毎に解析する。

NSCP 2010 のベースである米国では、地震が強い地域は少なく、建物の多くは地震が決定要因とならない。応力を線形解析で求めることで、基本荷重毎の解析結果を加工して設計用応力を容易に算定できるメリットが有り、荷重ケースが多いと推察される。米国の規準では耐震設計でも、静的非線形解析は採用されていない。

7. まとめ

本調査研究により、以下の内容が分かった。

- ・ フィリピンの荷重基準は表 1 に示すように米国の規準を採用している。
- ・ 洪水や大雨、温度荷重など、日本では特殊条件と思われるものが含まれている。
- ・ フィリピンの荷重組合せは日本の荷重組合せに比較して種類が多い。

【文献】

- 1) Association of Structural Engineers of the Philippines : "National Structural Code of Philippines 2010, SIXTH EDITION"
- 2) International Conference of Building Officials : "1997 Uniform Building Code" (UBC)
- 3) American Society of Civil Engineers 7 : "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures (ASCE 7-05)" 2005
- 4) American Concrete Institute : "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-08)" 2008
- 5) International Code Council : "International Building Code (IBC)" 2009

*1 五洋建設㈱、一般社団法人公共建築協会

*2 設計工房佐久間

*3 北海道大学名誉教授

*4 一般社団法人建築・住宅国際機構 (IIBH)

*5 嶋山下設計

*6 独立行政法人国際協力機構 (JICA)

*7 一般社団法人公共建築協会

*8 NPO 法人都市計画・建築関連 OV の会

*9 独立行政法人建築研究所

*10 五十音設計㈱

*11 北茂紀建築構造事務所

*1 Penta-Ocean Construction Co.,LTD, Public Building Association

*2 Sakuma Architect's Atelier

*3 Professor Emeritus, Hokkaido University

*4 Institute of International Harmonization for Building and Housing (IIBH)

*5 Yamashita Sekkei Incorporation

*6 Japan International Cooperation Agency (JICA)

*7 Public Building Association

*8 Ex-Volunteers Association for Architects (EVAA)

*9 Building Research Institute (BRI)

*10 Isone Sekkei Incorporation

*11 Kita Shigenori Structural Design Office