

| | | |
|-------|-------|--------|
| 耐震性能 | 構造基準 | 設計事例比較 |
| フィリピン | RC 構造 | 集合住宅 |

| | | | |
|-----|---------------------|-----|---------------------|
| 正会員 | ○宮田伸昭* ¹ | 正会員 | 檜府龍雄* ¹ |
| 正会員 | 佐久間順三* ² | 正会員 | 石山祐二* ³ |
| 正会員 | 清水豊和* ⁴ | 正会員 | 岡本隆之輔* ⁵ |
| 正会員 | 城攻* ³ | 正会員 | 保坂公人* ⁶ |
| 正会員 | 松崎志津子* ⁷ | 正会員 | 北茂紀* ⁸ |

1. フィリピンの建築関係法令の概要

(1) フィリピン建築基準

フィリピンの建築関係法令は、フィリピン建築基準と各専門分野の技術基準により構成されている¹⁾。フィリピン建築基準 (NBCP: National Building Code of the Philippines) は、公共事業道路省所管の法令である²⁾。フィリピン建築基準は、主に法令の施行、許可等の手続きと、概括的規定を定めており、技術的な基準はそれぞれの分野の専門家団体が定める基準の役割が大きい。構造関係は、民間の技術者団体であるフィリピン構造技術者協会 (ASEP: Association of Structural Engineers of the Philippines) が作成したフィリピン構造基準 (National Structural Code of the Philippines: NSCP) が、公共事業道路省により、参照すべき基準 (referral code)³⁾ として認定されている。なお、電気、機械、防火設備などについても、同様に、それぞれの専門家団体が基準を作成している。

建築基準やその他の法令のいずれにも許可対象建築物の限定は規定されておらず、法令上は、全ての地域の全ての建築物が許可を必要とすると解釈される。許可対象の行為は、建築、修繕、模様替えに加えて、移設、用途変更、除却が対象になっている。また、維持管理が建築基準の対象とされており、構造基準において、商業業務施設について、各階の設計積載荷重の表示、ゾーン 4 (地震荷重が大きい地域。パラワン諸島以外の大部分の地域がこれに区分されている。) の高さ 50m 以上の建築における地震計の設置などが義務付けられているなど、興味深い (NSCP105)。

(2) 技術的な基準の概要

フィリピン建築基準 (NBCP) は、ゾーニング、建物高さ、床面積、耐火性能、衛生設備、機械設備、電気設備などの基本的な事項を定めている他、敷地からの壁面後退、道路上へのバルコニー等の突出の限度距離、木造の場合の最小の柱寸法などについては、具体的な数値が規定されている。また、同基準を受けた施行規則には、多くの事項についての詳細な規定が定められているが、それらの中には構造関係の記述はほとんど見当たらない。

フィリピン構造技術者協会作成、公共事業道路省認定のフィリピン構造基準 (NSCP) が、構造関係の主要な基準として

機能している。その構成は下記のとおりである。同基準は、米国の基準に沿って作成されており、その旨が前文において、具体的な基準の名称 (Uniform Building Code UBC-1997、International Building Code IBC-2009、American Society of Civil Engineers ASCE/SEI 5-05 など 10 の基準) を付して記述されている。基準は米国の基準の改訂を踏まえて実施されており、最新のものは 2010 年版である。

<2010 年フィリピン構造基準の構成>

- 第 1 章: 通則
- 第 2 章: 最小の設計荷重
- 第 3 章: 土工事と基礎
- 第 4 章: コンクリート
- 第 5 章: スチール
- 第 6 章: 木造
- 第 7 章: メーソントリー

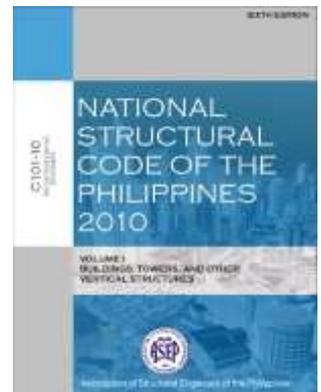


図 1 最新版のフィリピン構造基準。作成主体であるフィリピン構造技術者協会 (ASEP) により出版、市販されている。

2. フィリピン構造基準の概要

(1) 地震力の算定

地震力 V (ベースシヤ。1 階部分の層せん断力。) は、地震荷重算定用の自重 W に、4 つの変数を乗じて算出される。その部分を日本における呼称に倣って、ベースシヤ係数 C と標記すると、その値は、式(1)及び図 2 のように示すことができる。ここで、 C_v は NSCP 表 208-8 により、ハザードマップのゾーン区分ごとの係数 Z と、6 種類の地盤種別毎の定数により定められる地震係数であり、断層等の震源が近接している場合の割増係数 (震源近傍割増係数) を乗ずることとされている。 I は、建物の重要度による係数で、重要なものは 1.25 倍あるいは 1.50 倍とすることとされている (NSCP 表 208-1)。 T は固有周期、 R は建物の持つ靱性によって規定される値 (事項で詳述) である。

$$C = \frac{C_v I}{RT} \quad (1)$$

C は、固有周期の値により、上限値 (C_{max}) と下限値 (C_{min}) が、図 2 に付した式により与えられている。国土の

大部分を占めるゾーン 4 (地震荷重が大きい地域) の標準的と考えられる地盤種別 S_B (rock) では、 Z は、0.4、震源に近接していない場合には、 C_a も同様に 0.4 となる。なお、ゾーン区分は現在、ゾーン 4 とゾーン 2 ($Z=0.2$) の 2 区分である。それぞれのゾーンでの地盤種別による C_v の値の幅は、ゾーン 4 で 3 倍、ゾーン 2 で 4 倍と、いずれも大きな倍率となっている。震源近傍割増係数は、震源が 15 km 未満の場合に適用される。その最大値は 5 km 以内に存在する場合で、1.6 倍となっている (NSCP208-5)。また、これに関する資料として、活断層などの震源情報の位置図が構造基準に収録されている (図 208-2A~E)。なお、この基準のベースとなっている地震ハザードは、50 年間の超過確率 10% であるとしている。(NSCP の 208.2 定義) 固有周期 T は、式(2)によることとされており⁴⁾、日本の場合に比べて、同一高さの建物では周期が長めに算出される傾向

$$T = C_t (h_n)^{3/4} \quad (2)$$

C_t : 構造種別毎に定められる定数。RC フレームの場合、0.0731

h_n : 基礎からの建物高さ

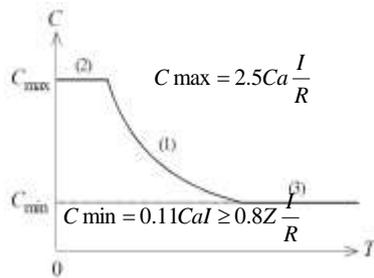


図2 ベースシヤ係数

(2) フィリピンの耐震設計関係規定

フィリピンにおける耐震設計も、日本と同様に建物の持つ靱性を期待し、構造部材に破壊を生じても倒壊等の人命に危害を及ぼすことがないように設計を目指している。日本では、架構の構造特性を検討したうえで、その特性に応じて構造特性係数 D_s を設定する方法なのに対して、フィリピンでは予め靱性特性の異なる構造タイプを設定し、その中から設計者は構造タイプを選択するという方法となっている。RC のフレーム構造の場合では、高い靱性を持つタイプから、

- Special reinforced concrete moment frame
- Intermediate reinforced concrete moment frame
- Ordinary reinforced concrete moment frame

の 3 タイプに区分されている。それぞれの期待される靱性により水平荷重を減ずることができる値である R ファクター (日本の基準の D_s の逆数に相当) は、それぞれ、8.5、5.5、3.5 とされており、日本より大きく減ずることが許容されている (NSCP の表 208-11)。地震リスクの高い地域では設計者

は通常高い R 値の構造タイプを選択するが、その場合に必要とされる靱性を保証するために、構造基準 421.2 節の定義において、現場打ちの RC の場合、Special reinforced concrete moment frame は、421-3-3 節から 3-7 節まで、同 421-5 節から 421-7 節までの規定を満たすことが求められている。(NSCP 421.2 の定義) そのなかの主要な規定としては、せん断補強筋に関して、設置の間隔、設置すべき部分に関する規定、形状 (閉じたものとすべきものなど)、主筋の量、コンクリート強度の最低値、軸力比の制限などがある。

(3) 地震力による荷重効果 (部材の応力算定)

「(1) 地震力の算定」により得られる水平力から、次式により地震荷重 E を算定する。その際に、ゆとり係数 (Reliability Redundancy Factor) ρ を乗ずること、地震動の鉛直方向の成分の影響を加えることとされている (標準的な地盤の場合で、自重を 20% 割り増すなど。NSCP208.5.1.1)。ゆとり係数 ρ は、下記の式で与えられ、今回の設計事例では、1.3 程度となる。また、水平力について、それに直交する方向の力の影響を考慮し、30% の上乘せをすることとされていること (NSCP208.8.1) など、日本の基準と異なっている点に留意が必要である。

$$E = \rho E_h + E_v \quad (3)$$

$$\rho = 2 - \frac{6.1}{\gamma_{\max} \sqrt{A_B}} \quad (4)$$

γ_{\max} : 個別階に作用する層せん断力のうちの最大値の、各階に作用する層せん断力の合計値に対する比

A_B : 投影床面積

補注

- 1) 詳細は、開発途上国における建築許可制度の枠組み及び運用実態に関する調査研究その 2 フィリピン (1) 及び (2)、榎府龍雄、宮田伸昭他、2012 年日本建築学会大会 学術講演梗概集、2012 年 9 月。
- 2) フィリピンでは、政治体制の変遷により法令の決定手続きが変化している。現行建築基準は、マルコス体制下で制定された Presidential Decree No. 1096, 1977 年である。
- 3) referral code は、関係者 (公共事業省、構造技術者協会等) のヒアリングによれば、遵守が義務付けられたものである。
- 4) 一般的に使われる「方法 A」の場合。他に、「方法 B」として、想定される変位を考慮して算定する式 208-10 やその他の方法も認められている。

*1 独立行政法人国際協力機構

*2 設計工房佐久間

*3 北海道大学名誉教授

*4 五洋建設 (株)

*5 (株)山下設計

*6 五十音設計 (株)

*7 NPO 法人都市計画・建築関連 OV の会

*8 (株) 増田建築構造事務所

*1 Japan International Cooperation Agency (JICA)

*2 Sakuma Architect's Atelier

*3 Professor Emeritus, Hokkaido University

*4 Penta-Ocean Construction Co. Ltd.

*5 Yamashita Sekkei Incorporation

*6 Isono Sekkei Incorporation

*7 Ex-Volunteers Association for Architects (EVAA)

*8 Masuda Structural Design Office