

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5. オーバーストレンクス

弾性応答地震力 設計用地震力 Rファクター
 Ω_0 ファクター Pushover 解析 保有水平耐力比

- | | | | |
|-----|----------|-----|----------|
| 正会員 | ○関松太郎 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 | 清水豊和 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 | 檜府龍雄 9* | 正会員 | 保坂公人 10* |
| 正会員 | 北茂紀 11* | 正会員 | 金田恵子 12* |

1. はじめに

同名論文その1で述べたように、建築物の設計は弾性応答地震力をRファクターで除した地震力を設計用地震力として用いている。この設計地震力で設計された建築物は一部の部材が降伏に達しており、大地震時にはさらに部材の塑性化が進み、変形の増大とともに耐力も上昇し、最後は降伏（終局）耐力に到達することがわかっている。本報では、フィリピンの耐震設計基準（以後、NSCP2010と呼ぶ）¹⁾で定義されているオーバーストレンクスファクター（ Ω_0 ; Over Strength Factor）について設計事例を通して考察を行う。

2. オーバーストレンクスファクター（ Ω_0 ）の定義

フィリピンの耐震設計基準は、アメリカの耐震設計基準を準用しており、オーバーストレンクスファクター（以後、 Ω_0 ファクターと呼ぶ）の考え方が図1²⁾に紹介されている。この図から Ω_0 ファクターは、建築物が降伏強度 V_y と設計耐力 V_s の比 (V_y/V_s) で表現されている。NSCP2010に規定されている鉄筋コンクリート-モーメントフレーム構造の3種類（Special, Intermediate, Ordinary）の Ω_0 ファクターの上限値はいずれも2.8である。 Ω_0 ファクターのさらに詳細な説明が、図2²⁾に述べられており、公称材料強度レベルによる最初の部材の降伏（ Ω_D : Design Overstrength）、公称材料強度と実材料強度の差（ Ω_M : Material Overstrength）および架構（システム）全体の部材の降伏（ Ω_S : System Overstrength）から構成される。

実際の設計では上階に壁があり、その下階が柱で構成されているような上下方向に不連続な構造を支持する柱部材の設計などに適用され（その6参照）、そのような特殊な場合を除いて一般には Ω_0 ファクターを用いることはなく設計者は、日本の耐震設計で行われている建物全体の降伏（終局）強度を検証しなくてよいとされている。

しかしながら日本の保有耐力設計法との比較を行う上ではフィリピンで設計された建物の Ω_0 ファクター、すな

わち建物全体の降伏（終局）耐力を考察することは必要不可欠である。

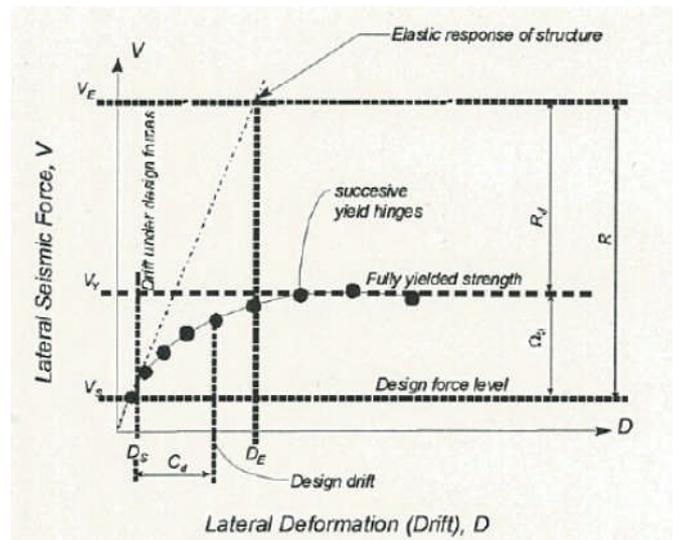


図1 塑性荷重—変形曲線²⁾

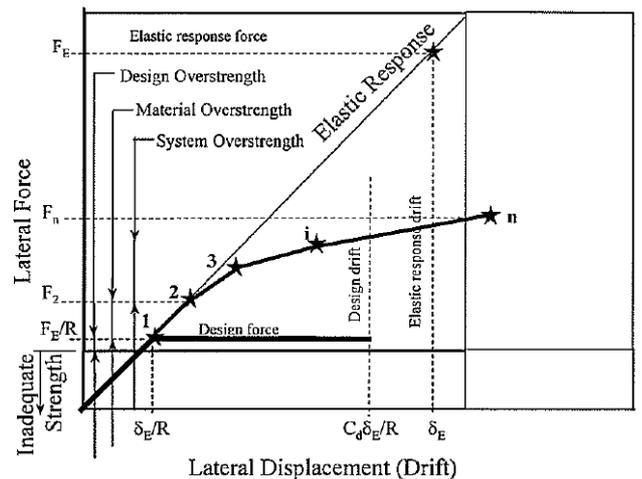


図2 オーバーストレンクスに影響する係数²⁾

3. 設計例による保有水平耐力比

ここでは、フィリピンで設計された建物について、日本で多用されている漸増載荷解析(Pushover Analysis)を行い、建物の降伏（終局）耐力を検査するとともに、NSCP2010 で規定されている Ω_0 ファクターを検証するために、保有水平耐力比（＝建物の保有（終局）耐力/フィリピンでの設計地震力）を定義し、設計事例によって検討する。検討した建物は、同名論文その1で記述した建物であるので詳細な諸元は割愛する。

図3は建物の各階のせん断力—水平部材角関係図を示す。同図には、1階の設計地震力時のせん断力（ $Q=4642$ KN, せん断力係数： $C_0=0.155$ ）および、1階の保有水平耐力（ $Q=5986$ kN）が併記されている。また、図4は設計地震力時（ $C_0=0.155$ ）、図5は保有耐力時（水平部材角 $R=1/50$ ）の塑性ヒンジ発生図をそれぞれ示す。

これらによると、保有水平耐力比は、約 1.3（ $=5986/4642$ ）となり、設計地震力時では、3階床梁の1か所に曲げ塑性ヒンジが発生しほぼ NSP2010 の定義に合致しており、保有耐力時では1～4階の全梁に曲げ塑性ヒンジができています。保有耐力比は本例題の場合、 Ω_0 ファクター2.8に比べてかなり低い値となっている。

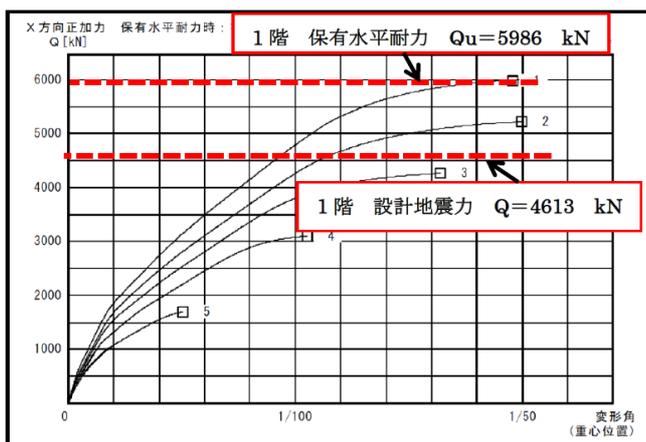


図3 建物のせん断力—変形角関係図

4. まとめ

本論文では、フィリピンで設計された建物事例について

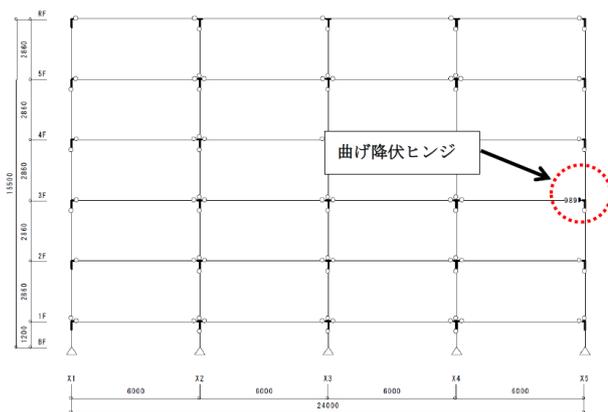


図4 設計地震力時（ $C_0=0.155$ ）のヒンジ図

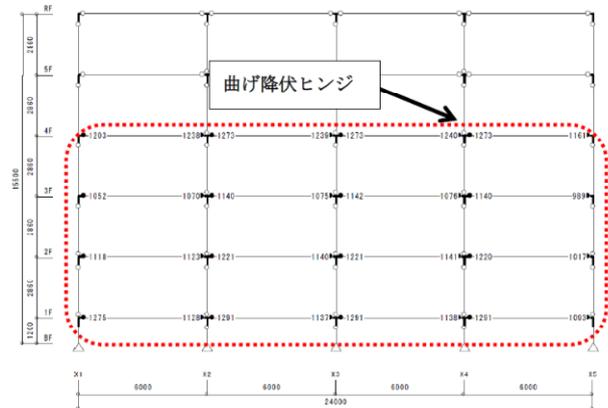


図5 保有耐力時のヒンジ図

て Pushover 解析を行って保有水平耐力比を求め、NSCP2010 に規定されているオーバーストレングスファクター（ Ω_0 ）と比較した。 Ω_0 ファクターはいろいろな要素によって影響を受けることから定量的な把握には今後の詳細な検討が必要である。

【文献】

- 1) Natural Structural Code of the Philippines 2010 (NSCP C101-10), Volume 1, Sixth Edition, Association of Structural Engineers of Philippines, 2010
- 2) NEHRP 2003, Chapter 4 Commentary, pp. 36, pp.41

*1 独立行政法人建築研究所

*2 設計工房佐久間

*3 北海道大学名誉教授

*4 建築住宅国際機構

*5 ㈱山下設計

*6 一般社団法人公共建築協会専門委員、五洋建設㈱

*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 独立行政法人国際協力機構（JICA）

*10 五十音設計㈱

*11 北茂紀建築構造事務所

*12 世界銀行

*1 Building Research Institute (BRI)

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

*7 Public Building Association

*8 Ex-Volunteers Association for Architects (EVAA)

*9 Japan International Cooperation Agency (JICA)

*10 Isono Sekkei Incorporation

*11 Kita Shigenori Building Structural Design Office

*12 World Bank