



## 基礎 143 話 建築物の構造設計法について

今回は、構造物の弾性設計と塑性設計について、また、近年における建築物の構造設計変遷の概略をお話する。これらを理解することで、高度な構造力学を学ぶ第一歩となれば良いと思う。

構造物に加わる荷重は長期荷重と短期荷重とに分けられる。長期荷重は構造物の自重や積載荷重であり、常に構造物に加わる荷重の総称である。一方、短期荷重は地震時の荷重や台風などの風荷重、あるいは雪荷重など一時的に加わる荷重の総称である。この2つ荷重が同時に加わったとき、その応力や歪が弾性限度内であれば、短期荷重が取り除かれたとき、構造物は元の健全な状態に戻り、損傷が生じることはない。構造物の応力が弾性限度内に抑えることを目標に設計する方法が**弾性設計**といわれる。ただし、そこには多くの不確実性が存在し、統計量としての荷重、材料強度のばらつき、施工時の誤差、設計時の解析誤差などが考えられる。そこで、降伏応力度(ここでは学会規準の文言に合わせて応力度を用いる)を1より大きな材料安全係数で割ることで許容応力度を定め、骨組各部の応力度が許容応力度以下であることを確認する。このような設計法を**許容応力度設計法**と呼ぶ。

鉄骨など多くの構造用材料は降伏後、強度を低下させずに大きな変形に耐える能力を有している。これらの材料で構築された構造物の塑性変形能力に期待して、構造物が部分的に弾性限度を超えても全体的な耐力の限界、つまり崩壊に至らなければ良いとする設計法がある。この種の設計法を**塑性設計**と呼ぶ。ここでも、先に述べた不確実性を考慮し、設計荷重に1より大きな荷重安全係数を乗じて必要保有耐力を定め、構造物の保有耐力がこれを上回ることを確認する。このような設計法を**保有耐力設計法**と呼ぶ。この設計法では、応力や歪が弾性限度を超えると、荷重が除去されても構造物は元の状態に戻らず、塑性化した部分に永久歪が残る。つまり骨組に損傷が生じることになる。

2000年6月に施行された耐震設計法は、1981年制定された新耐震設計法を基本としており、上記の2つの設計法の考え方を取り入れた2段階方式を採用している。以下に両設計法の設計目標を示す。

**一次設計** : 建築物が耐用年限中に数度以上遭遇する、比較的発生頻度の高い中小規模の地震に対して、建築物に被害がほとんど生じないこと、つまり、**機能保持を目標**に許容応力度設計を行う。

**二次設計** : 極めてまれに遭遇するかもしれない大地震に対して、建物に

多少の損傷が生じてもやむを得ないが、建物の崩壊、損傷その他派生する災害により、人身に危険が生じてはならない。また、震災直後の生活の安定に必要な重要建築(病院、学校、放送・通信施設、消防署、行政中心など)については地震後にその機能を確保しなければならない。つまり、**人命保護を目標**に保有耐力設計を行う。

中小地震とは地表面の水平加速度が 80–100 ガル( $cm^2/sec$ )程度であり、震度では 5 から 6 弱を指す。この程度の比較発生頻度の高い地震に対しては、建築物を無被害に留めるために、応力を弾性限度内に抑えるのが一次設計である。また大地震とは地表面の水平加速度が 300–400 ガル程度であり、震度では 6 強から 7 程度を指す。このような大地震では床応答加速度は 1000 ガル以上にもなり得る。このような大きな応答に対し、許容応力度設計を行うことは極めて不経済な設計となる。そこで、最低限人命の安全だけは保証し、建築物に多少の損傷が残ることはやむを得ないとする立場が、二次設計である。そのため、二次設計では、変形制限、形状制限、耐力・靱性の確保、大地震に対する保有水平耐力の検討などの一連の耐震性の検討を行う。

近年の建築構造設計は性能指定型設計法と呼ばれる新しい設計体系に移行しようとしている。1995 年の阪神・淡路大震災では、多数の建築物が倒壊・半壊し、甚大な被害を受けたが、その大半は 1980 年以前に建築された旧耐震基準により設計されたものである。極めて稀にしか起こらない大地震に対しては多少の損傷が生じて崩壊しなければ良いとする設計思想をさらに進化させ、建築物の重要度や地震動のレベルに応じて建築物に要求される耐震性能をきめ細かく指定する性能指定型設計法への移行が検討された。2000 年 6 月施工の改正建築基準法ではその考え方を部分的に導入して、**限界耐力設計法**が規定化された。建築物の重要度を表 1 のように 4 段階に区分し、レベルに応じて重要度が高くなり、より高い目標性能が設定されている。

表 1 重要度レベルと建物の例

重要度レベル	建物種別	例
第 1 レベル	入居者が特定できる一般的な建物	戸建住宅、集合住宅、マンション、オフィス、倉庫等
第 2 レベル	不特定多数が使用する公共性の高い建物	小中学校、公民館、美術館、博物館、図書館、集会場、体育館、ホール、ホテル、蝶構造建築、銀行、コンピューターセンター、病院、高齢者施設、老人福祉施設、危険物倉庫、文化財等
第 3 レベル	防災活動の中核的機能を担当する公共上必須の建物	本庁舎、防災センター、消防署、警察署、防災拠点(中央病院、地区センター)、避難施設、重要なコンピューターセンター
第 4 レベル	地球規模での安全施設	原子力施設