

# 極限耐震設計における政治・経済・技術・科学の役割

2021年4月19日

河村 廣

## まえがき

コロナ禍にあつて、政治・経済・技術・科学の役割分担と連携が不十分であることが明らかになりましたが、耐震設計の分野では如何でしょうか、考察を加えたいと思います。

## 耐震設計における確率評価で見過ごされていること

構造物の耐震設計では以下の3点、(1)～(3)への認識が薄いように思われます。

- (1) 気象庁発表の地震発生の確率はその規模以上の地震発生確率です。ここでは分かり易く**超過確率**と称することにします。

例えばある高校のクラスで体重50kgfの人数の割合はと尋ねられると、正確な答えはゼロです。50kgf±5kgfと幅を与えれば、体重測定から求めることが出来ますが、割合はその幅の大小により増減します。しかし50kgf以上とすれば50kgf固有の割合として求めることが出来ます。超過確率は「～以上の割合」と同じ意味をもっています。

- (2) **超過確率**は、地震発生について言えば、ある期間中、ある地域においてある規模以上の地震が**1度**発生することを意味しています。

従つて、地震規模を地震荷重に置き換えれば、耐震設計において、設計地震荷重としてはその値以上の荷重を想定しなければなりません。設計地震荷重というのは想定荷重の最低値という訳です。基準などで「構造物は～以上の強さにしなければならない」と記されているのは、そのためです。

- (3) 観測された**超過度数分布**(図1)を最小観測値における**総観測度数**で除して**超過確率分布**(図2)を描きますと、**超過確率**が得られます。超過確率はある確率変数以上の現象が**1度**生じる確率を意味しますが、元の超過度数分布では生じるのは**1度**ではなく**超過確率に総観測度数を乗じた度数**になります。

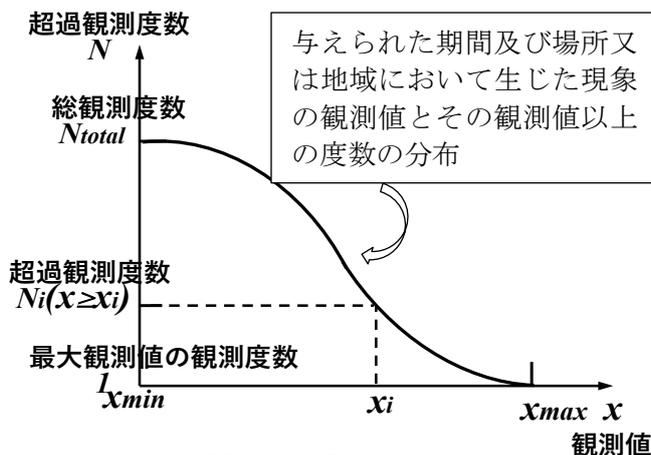


図1 超過度数分布

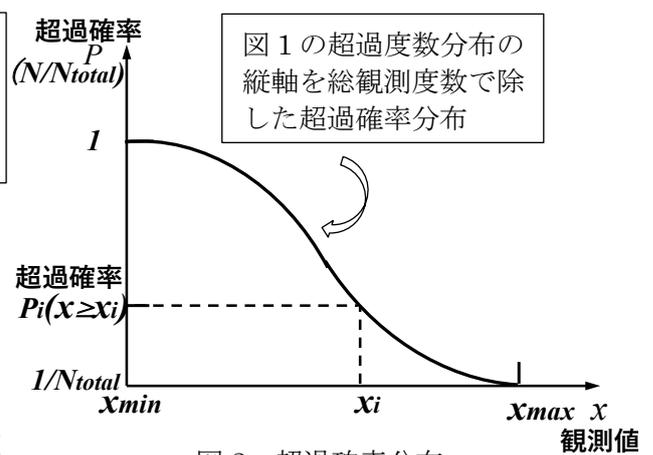


図2 超過確率分布

従って、実際には限界状態設計で例えば使用限界を目標に設計しようとしても、修復限界や安全限界を超える地震荷重が何度も作用する可能性があり、損傷コストに生起超過確率を乗じて得る損傷コスト期待値は過小評価で危険側となります。

### 極限設計の意義

上記の(1)(2)(3)を踏まえると、極限設計の意義を再認識することができます。

それは設計地震荷重以上の入力がある場合具体的にはどうすればよいか、ということです。問題の本質は限界状態と地震荷重の評価に齟齬があることです。

しかし、ここにその齟齬を解消できる一つの合理的な方法があります。

それは構造物の限界状態を極限状態とすることです。限界状態として、終局、安全、崩壊、等々の呼称がありますが、ここでは極限状態とします。設計時にその状態をもたらす地震荷重を逆算すれば、それ以上の入力があっても極限状態は変わりません。分かり易く言えば構造崩壊による損傷(崩壊)コストは上限値でそれ以上にはなりませんから、地震荷重が超過確率であっても問題はありませぬ。極限状態を限界状態とすることの意義がここにあります。

### 政治・経済・技術・科学の役割

構造物の極限設計は、地殻の崩壊(断層)から発生した地震波が構造物を崩壊させる現象のナマズの頭と尻尾を捉える所作です。この至難の業を遂行するには、政治、経済、技術、科学の総力を挙げた連携が不可欠です。一例として具体的な作業分担を以下に列挙します。

- ① 震源のメカニズムと地震波を科学的に明らかにしようとするのが地震学です。
- ② 構造物の壊れ方を科学的に明らかにしようとするのが構造学です。
- ③ 曖昧な地震波と複雑な壊れ方を結びつける構造物を設計し施工するのが技術です。
- ④ 個々の構造物だけでなく広域的な構造物群を含めて、更に長期的視野を踏まえて、社会的システムの崩壊から生じる経済的損失を明らかにするのが経済の役目です。
- ⑤ 長期的かつ広域的な視点に立ち、ナマズの所作から社会的秩序と安全を法などにより守るのが政治の役目です。

補足④、⑤：

上記(3)で述べたように、地震データはある期間、ある地域の広さにおいて観測された値に基づいており、④の経済的評価や⑤の社会的安全性の評価が不可欠となる所以です。

### 耐震シェルターによる人命尊重対策

構造物の崩壊時における人身の傷害や喪失については上記④で言及していませんが、難しい問題ですので短兵急に論じることはできません。しかし、現実的な対策として各種の耐震シェルターが考案されています。信頼性の高い技術指針などの立案が望まれますが、

上記②と③の連携が必要になるでしょう。

#### あとがき

本稿では、3個のキーワード、①極限耐震設計、②政治・経済・技術・科学の役割、③超過度数分布の大切さについて述べました。実は筆者はこれまで本HP、「一般社団法人 住まいと耐震工法研究会」に以下の3個の小窓を設けミニミニ拙論を掲載させて頂きましたが、

- ① 新・極限耐震設計論
- ② 免疫防災論
- ③ 耐震・防災・談話室（本稿のHP）

これらの小窓のタイトル①、②、③は、本稿のキーワード①、②、③に対応するものですので、ご参考にして頂ければ幸いです。