

震度法と修正震度法

Lateral Force Coefficient Method and Modified Lateral Force Coefficient Method

川 島 一 彦 (かわしま かずひこ)

建設省土木研究所耐震研究室 室長

1. 震度法と修正震度法

震度法とは「構造物の重量」×「設計震度」の力を静的に構造物に作用させ、これに対して所要の安全率が得られるように各部の断面寸法を定める方法の総称である。震度という概念を用いることにより、動的な地震力を静的な地震力に変換することができ、また、これにより計算が簡単になるため、震度法は現在の耐震設計法の主流になっている。

震度法では、構造物に作用させる地震力(慣性力) F は次のように与えられる。

$$F = k_H \cdot W \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 W は構造物の重量、 k_H は震度である。 k_H は、構造物の種類によって多少異なるが、一般に次式のような形で与えられる。

$$k_H = c_Z \cdot c_G \cdot c_I \cdot k_{H0} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 c_Z : 地域別補正係数、 c_G : 地盤別補正係数、 c_I : 重要度別補正係数、 k_{H0} : 設計震度の標準値である。

ここでは、 k_H を震度と呼ぶ。ただし、設計計算に用いる値であるということを強調したり、気象庁の震度と区別するために、 k_H を設計震度と呼ぶ場合が多い。

震度法では、構造物は地盤と同じように振動すると考えているが、構造物に作用する地震力は構造物の固有周期や固有振動モード、減衰定数等によって変化する。構造物の固有周期(一般には、最も支配的な影響を与える一次固有周期)に相当する地震力を一次振動モードに近似させて構造物に作用させる方法を修正震度法と呼ぶ。修正震度法では、式(2)の代わりに一般に次式のような形で震度 k_{Hm} を与える。

$$k_{Hm} = c_R \cdot k_H \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 k_H は式(2)による震度法の震度、 c_R は固有周期によって変化する補正係数である。

なお、最近では、震度法を修正震度法の中に吸収した上で、両者を震度法と呼ぶ場合が多い。これは、構造物が地盤と同じように振動するのは、構造物の固有周期がごく短い場合(0.05秒程度以下)であり、ほとんどの構造物は修正震度法の土俵で地震力を求める必要があるためである。ここでは、両者を合わせたものを震度法と呼び、従来の震度法を狭義の震度法と呼ぶことにする。

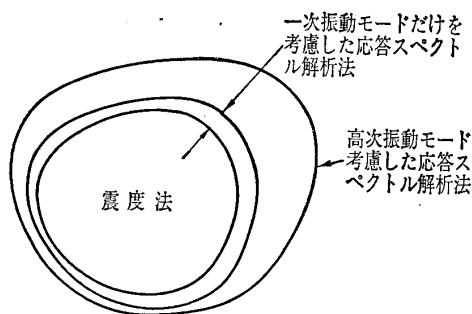
もう一つ震度法と修正震度法で重要な点は、これがメイドインジャパンの概念であるということである。震度、修正震度という概念は、大正5年に当時の震災予防協会の臨時委員であった佐野利器東京大学教授によりはじめて提案されたものである¹⁾。

2. 震度法と動的解析法

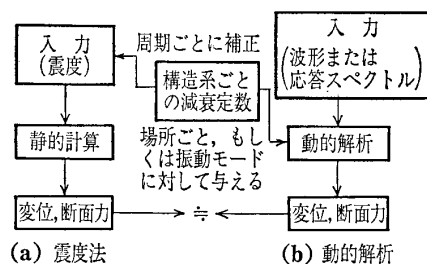
震度法と動的解析の関係について考えてみよう。応答スペクトル法による動的解析では、固有値解析によって各次の固有周期と固有振動モードを求め、これから構造物の最大応答を計算する。これに対して、震度法では、一次固有周期に相当する地震力を一次固有振動モードに近似させて構造物に作用させる。

震度法の震度も応答スペクトル法の入力スペクトルも同じ加速度応答スペクトルから求められているとすれば、図-1に示すように、震度法は一次振動モードだけを考慮した応答スペクトル法に相当するとみることができる。ただし、震度法では固有周期や振動モードを固有値解析ではなく略算法で求める場合が多い。このような点が、震度法と一次振動モードを考慮した応答スペクトル解析法の違いとして現れる場合がある。

技術手帳



図一1 震度法と動的解析(応答スペクトル法)の関係



図二 震度法の震度と動的解析の入力地震動の関係

動的解析では、解析の過程で各振動モードごとに減衰定数を与えるのに対して、震度法では静的に地震力を与えるため、減衰定数は直接静的計算の過程には入ってこない。したがって、図二に示すように、震度法ではすでに震度の中に減衰定数の効果が考慮されていなければならない。この点において、震度と動的解析の入力としての加速度応答スペクトルは同じではない。

ただし、震度の解釈に関してはいろいろのものがあ、震度は構造物に生じる加速度のみならずその他のもろもろの条件と経験的知識の総合化されたものであるという意見もある。特に、このような見方は、地盤や土構造物、地震時土圧の分野で強い。

3. 震度法と静的横力法

我が国では、震度法による耐震計算といった場合には、式(2)あるいは式(3)による地震力を静的に横方向に作用させるということと同様に、許容応力度法によって照査するということも意味する場合が多い。

震度法とは、震度で与えた地震力を静的に横方向

表一1 震度法の分類

地震力および断面照査法		構造物の固有周期・固有振動モードの扱い	
		考慮しない	考慮する
断面照査法	許容応力度法	A	B
	地震時保有水平耐力法等	C	D

A：狭義の(昔の)震度法

B：修正震度法

Aを含めたB：震度法(広義の震度法)

Cを含めたD：地震時保有水平耐力法、二次設計

に作用させて行う耐震計算法の総称であり、断面照査を許容応力度法によるかよらないかということとは、本来は無関係である。その意味では、震度法というよりも「静的横力法」とでも呼ぶ方が表現としては正しいのではないかと考えられる。しかし、我が国では、歴史的な経緯で、震度法とは静的横力法と許容応力度法を組み合わせた耐震計算法として定着している。

しかし、震度法の中の静的横力法としての考え方はよいとして、許容応力度法による断面照査の部分を、より実態に近い動的照査法と入れ換えようという考え方も用いられている。これは、大地震時には、許容応力度法で考えられている地震力よりもはるかに大きい地震力が作用するが、構造物の非線形域におけるねばり等があれば致命的な被害は生じないという考え方に基づくものである。

例えば、建築基準法の二次設計や道路橋示方書・耐震設計編の鉄筋コンクリート橋脚の地震時保有水平耐力の照査がこうした照査法である。

表一1は、以上に示した震度法の分類である。Aが狭義の震度法であり、Bが修正震度法、Aを含めたBが震度法(広義の震度法)である。また、Cを含めたDは地震時保有水平耐力による照査を基本とした震度法である。

参考文献

- 1) 佐野利器：家屋耐震構造論，震災予防調査会，1916。
(原稿受理 1993.3.6)