

高層建築の地震による剪断力

梅 村 魁*
大 沢 胖**
柴 田 明 徳***

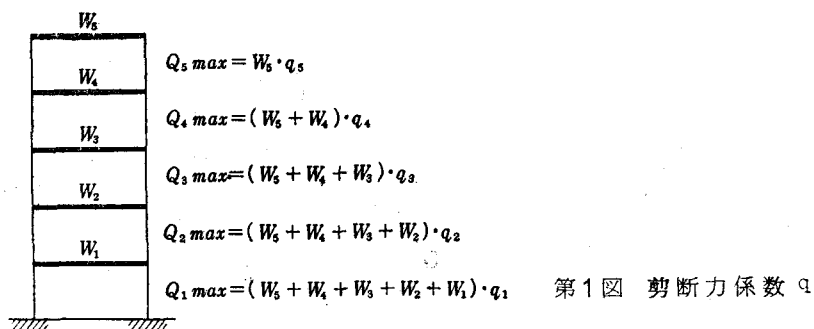
超高層建築物の耐震設計にあたって、その設計震度をどの様にとればよいかは大変むづかしい問題で、現在までまだ結論に達していない。31 m以下のものについては現行基準法に規定されている様に設計震度は、0.2を標準に採り、16 m以上4 mごとに0.01ずつ増大することになっている。この値は地域により、また地盤により、構造別によって増減する様になっている。この様な値は建物の動的な特性を直接とり入れたものでなく、従来の経験にたよったもので、幾分旧式の感がある。したがってこの形をそのまま超高層に延長することはいさゝか無理であり、骨組の振動性を考えに入れた設計震度の採用が望ましい。

ただし、現在までの知識では解決のつかない問題点も多く、やはり設計者の工学的判断にまたなければならぬ面がある。将来次々にその不明な点が解決してゆくことを期待して、今回は穴だらけのまゝの現況を述べることにする。

超高層の設計震度を考える場合に震度そのものよりも各層の剪断力係数を使った方が実状に合うと思うので以下剪断力係数について述べることにする。

これは超高層の振動性状を観察した場合に例えば1階が最大の剪断力を受ける場合に上部の方はいかならずしも最大の剪断力になっていない。したがって各階の最大剪断力をきめる震度分布はそれぞれの階で特有のもので、細かく考えると一つの建物の設計にその階数だけの異なった震度分布を与える必要があり、実用上はなほだ繁雑である。

そこである骨組の各階の設計用最大剪断力を決めるのに、才1図に示すようにそれより上の全重



* 東京大学教授 工博 *** 東大震研助教授 工博 ***** 東京大学建築学科

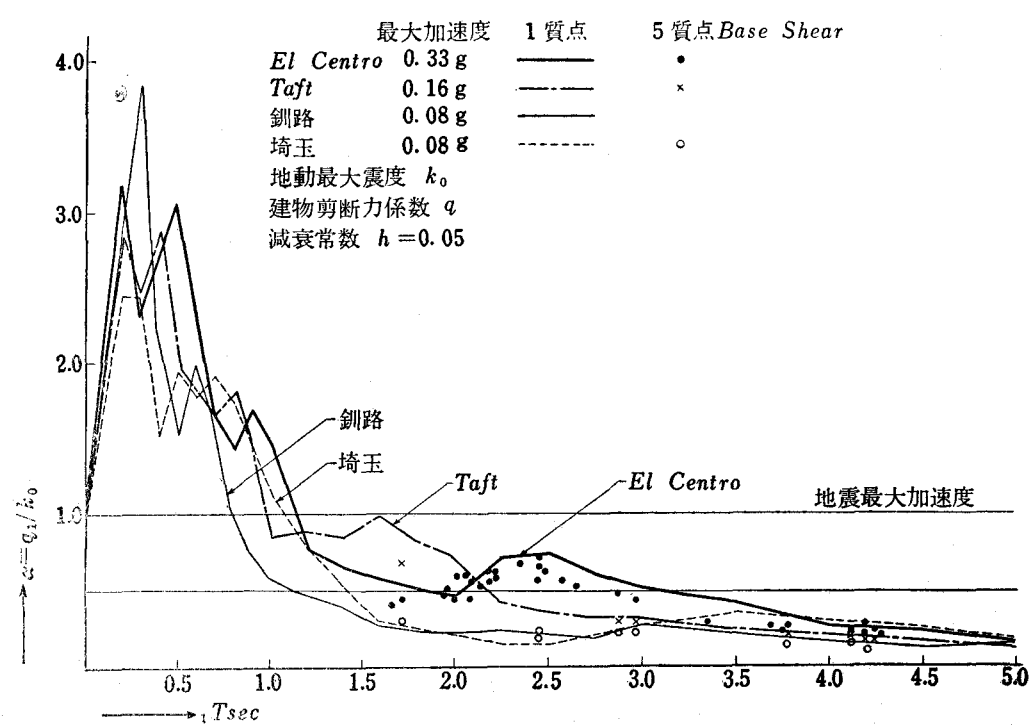
量で 剪断力係数をかけることにより採められるとし、この係数を地震の強さ、地盤、建物の振動性
 状に応じて決めうれば、設計震度を使うよりは簡単である。ただし応力の分布については検討を要
 するが、三角形水平荷重分布の時の反曲点*等を使えばよいかと思う。

この剪断力係数で1階の値、オ1図のq₁はアメリカでBast Shear Coefficient
 (基礎剪断力係数)とよばれているものであり、上部の剪断力係数の提唱は工業大学小林啓美博士
 によるものが最初かと思う。

以下各種骨組(16階以上-40階)に種々の地震波を与えた時の最大剪断力係数の実情につい
 て述べることにする。

一質点線形振動の場合の剪断力係数

各種の地震に対して一質点線形振動の場合の剪断力係数を地動最大震度と比較して示したのがオ
 2図の各線でこの場合減衰常数hは0.05の場合である。



オ2図 建物固有周期と剪断力係数

* 武藤 清 耐震設計シリーズ 1. 耐震計算法 丸善

この図は横軸に建物の固有周期がとってある。同じ建物でも地震によって応答が違いが、固有周期が長くなるほど剪断力係数は減る傾向にある。大体固有周期1秒以上になると地動震度より建物剪断力係数の方が小さくなっている。

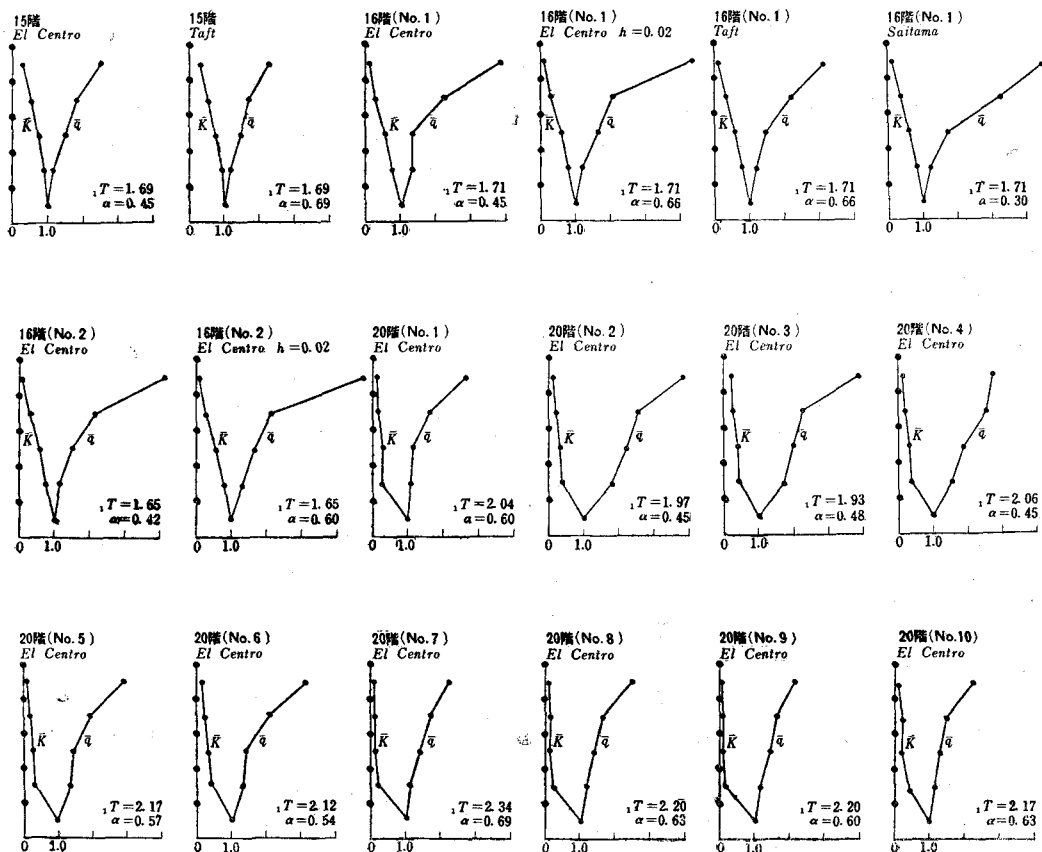
多質点（5質点）線形振動の場合の剪断力係数

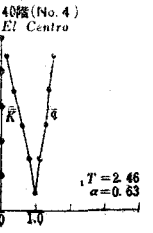
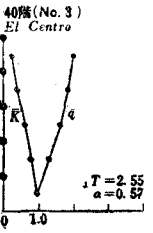
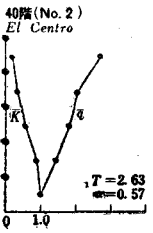
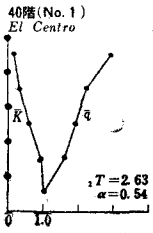
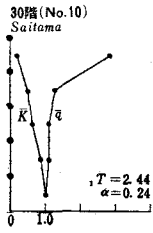
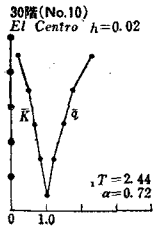
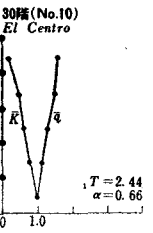
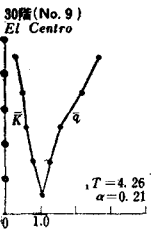
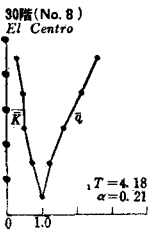
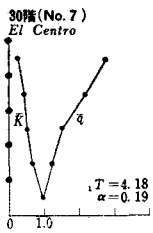
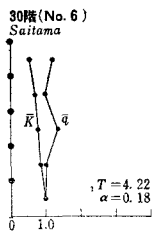
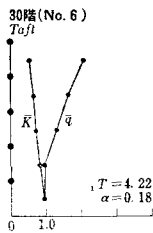
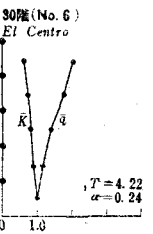
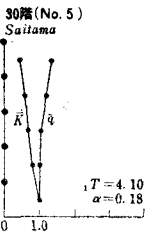
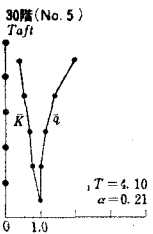
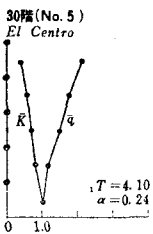
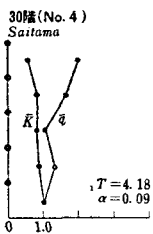
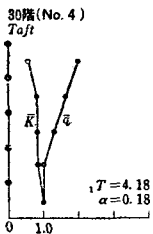
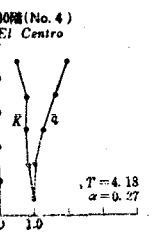
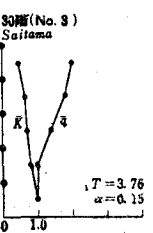
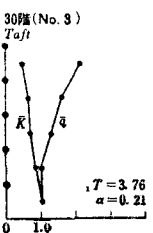
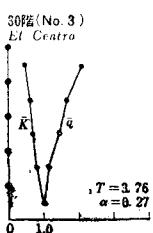
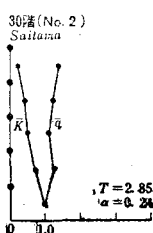
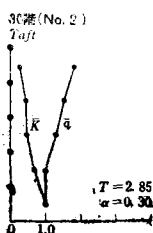
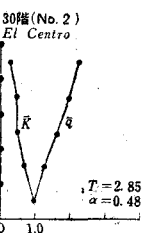
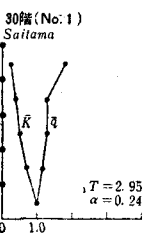
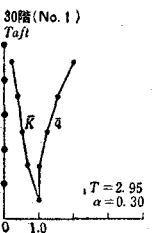
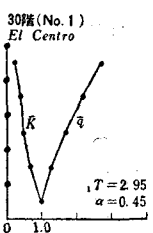
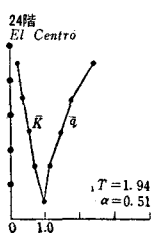
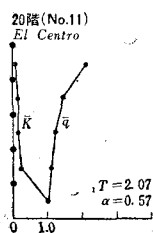
建物が多層になると各階で最力剪断力が違ってくる。これを先述の才1図に示す剪断力係数で整理してみると最下層に比べて上にゆくほど大きくなる。この最下層の基礎剪断力係数は一質点の場合の剪断力係数に対応するものである。

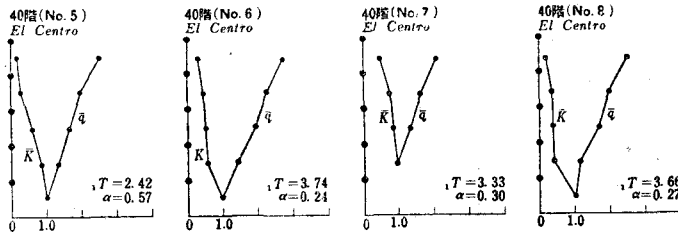
各階の剪断力係数は管理の剛性、地震の性質によって違い種々の値をとるが、一応建物の剛性分布と関連があるように思われるので、その例を示してみた。

$$\bar{K} = K_i / K_1, \quad \bar{q} = q_i / q_1, \quad \alpha = q_1 / \text{地動最大震度}, \quad T = 1 \text{ 次周期 (sec)}$$

（特記なきものは $h = 0.05$ ）







オ 3 図 建物剛性分布 ($\bar{K}$) と剪断力係数分布 ($\bar{q}$)

今までに手がけた16階から40階までの設計例についてこれを5質点系に置換し各種地震についてその剛性分布と剪断力係数とを示したのがオ3図で、それぞれに固有周期と地震最大震度に対する基礎剪断力係数比 α とが合せて記入しており、この α の値はオ2図の1質点の図中にも並記してある。1質点の場合より下まわる場合が多い。

この様な高層のものの最上階の剪断力係数は基礎における剪断力係数の2~3倍の範囲が多い。建物の剛性分布と関連がありそうであるが同じ剛性分布でも地震波が違うと異なるし減衰が変わると異なって来て、一定の関係はまだ見出しにくい、最上層の $K_m/K_1 = \bar{K}_m$ と $q_m/q_1 = \bar{q}_m$ との関係を示して見るとオ4図となり

$$\bar{q}_m = \left(\frac{2}{\bar{K}_m} \right)^{0.5} \sim \left(\frac{2}{\bar{K}_m} \right)^{0.25} \quad \text{の間にあるものが多い。}$$

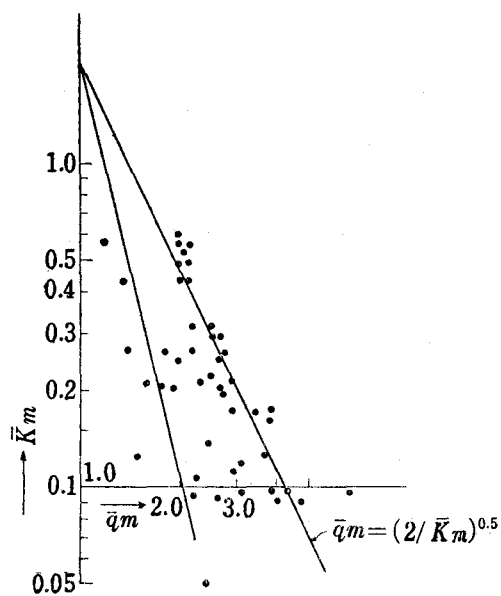
以上はいずれも弾性範囲のものであるが、骨組が降伏すれば、それに応じて剪断力が弾性で考えたよりも減少し、完全降伏ならば、それ以上剪断力は増加しないから剪断力係数もその値で頭打ちになり、この場合は、設計に変形を考慮してゆく必要があり、剪断力だけでは不十分である。

弾性振動と塑性振動との関連については種々研究があるが、今後の問題が多く、今回与えられた剪断力に関する説明は一応話を弾性範囲だけにとどめておく。

さしせまった設計への応用としては、設計用地震最大震度を想定し、オ2図から基礎剪断力係数を認定し、オ3図から上部の剪断力係数を予想する等の方法が考えられ、この剪断力が降伏強度を越さない様にするのが一つの行き方であり、降伏を許す設計ならば、それに応じて断面を決めて行けばよい。いずれにしても設計にはまだ相当の工学的判断が必要であろう。

以上の研究はいずれも東京大学におけるアナログコンピューター-SERACを使用したものであり、多層のものを5質点に置換してあるので、各階にはこれ以上の剪断力が生ずる場合もあり、さらに細かくはデジタルによる研究等も必要であろう。資料整理にあたっては研究室の松島、長田、山

科の諸君の労をわずらわした。



第 4 図