

プレストレスト コンクリート 建築物の構造計画 (3)

本 岡 順 二 郎*

構造物の耐震設計をいかにすべきかは昭和 27 年、サンフランシスコ委員会の“Lateral Forces of Earthquake and Wind”を契機として地震動の性質、構造物の応答などの外力および構造物の耐震要素の両面から、さかんに研究されている問題である。したがって P C 構造物に対する耐震設計法が確立されるのは将来のことであって、混沌たる過渡的状况にある現在は現行法規や設計法に盲従せず、現在得られている知識になるべく矛盾しないようにするのが正しい設計の方法であろう。

12. 耐 震 要 素

構造計画の目的は許される配置と材質の範囲内で行えるだけ構造物の力の流れを滑らかにすることであって、耐震設計では構造物の各耐震要素をいかに無理なく配置するかがキーポイントとなる。

耐震要素とは骨組、耐震壁など直接地震の水平力に抵抗する部材、これらの部材に水平力を分配するスラブおよび水平力を伝える仕口などをいい、これらの部分がそれぞれ有効に配置、設計されていなければ建物全体としての耐震性は確保できない。これらはすべてプレストレス適用が可能な部分であって、P C 部材となったとき上記の有効な能力を保持させるには、いかにすればよいかを十分考慮する必要がある。

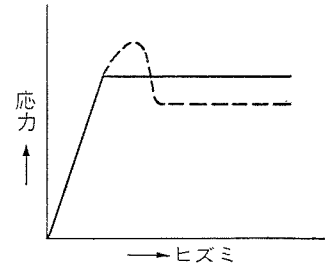
水平力の分配を受持つスラブは大きな剛性を持つことが必要で、少なくとも骨組の 10 倍以上の水平剛性を必要とする。P C 部材として問題になるのはダブル T スラブの各接合部であるが、現在までに行なわれた静的試験の結果では十分その能力を有することが確認されていて、通常用いられている程度 (JIS 規格が制定される予定) のものであれば問題ないように思われる。

仕口部分の耐震的性状は R C とかなり異なる点があるようである。もともと仕口部分は集中応力を受けやすく塑性範囲に入りやすい部分であり、P C 部材ではこの部分に P C 鋼材の定着端が混み合うことになりがちであるし、さらに R C と比較して材端の抵抗モーメン

トが格段に大きいので、材端のイールド ヒンジが十分発生する前に仕口部分が破壊する危険も R C の場合より大きいとみなければならない。仕口の地震時における安全性については不信感を持つ人もあり、従来実験も行なわれ現在も各種の実験が行なわれつつあるが、設計にあたっては、なるべく無理のない断面を採用する必要がある。

P C ラーメンでは R C に比較して面積あたりの柱断面が小さいので、ヤング係数の増加を考慮しても地震時水平力による変形量が大きく固有周期が長くなる。構造物が地震によって受ける力は構造物の水平変形量とその剛性との積であるから R C と P C では水平力の点でやや異なってくる。いったん大地震を受けたあとでは、R C 構造の固有周期は大きく変わるが、P C 造では復元力が大きいのでこのような変化は R C の場合よりはるかに少ない。また剛性を部材のどのようなひずみの状態 (塑性の程度) まで考えるかの点では R C と P C ではやや異なる。構造物

図-7



の一部が塑性範囲に入るまでの応力とひずみとの関係には図-7のように2とおりの過程がありうる。a は計算外の種々のもろい部分を有する構造であり、

b はこのような部分がない場合である。b の場合には応力の任意の点で設計しておけば、その応力以上を破壊まで保持しうるし、逆にある変形量で設計した場合には、これを超える変形に対しても安全に荷重を支持しうることになる。a ではこれに反してある荷重を越えると急激に変形が増大して破壊に至るので、この山の部分を余力と考えたとしても構造の安全性の上では好ましくない。P C 構造は上記の b となりやすい構造であって、このような安全性の点では R C より秀れた構造とすることができる。

なお、P C 骨組では地震エネルギーを吸収するきれつの発生までのひずみが大きく、変形が R C にくらべて大きくなるので設計は変形で押える必要もありうる。許容層変形は 2 cm 程度といわれている。

13. 壁 の 配 置

構造物の弾性振動エネルギーは建物が地震から得たエネルギーと建物がなんらかの減衰で消費したエネルギーとの差であるから、弾性振動エネルギーと減衰消費エネルギーとの配分を、いかに行なうかが耐震設計のキーポイントといえる。エネルギーを最も大きく減衰消費させ

* 日本大学講師 理工学部建築教室

るのは耐震壁のきれつであって、きれつ発生後ある程度の変形を保持しうるような壁が有力な耐震要素であることはいままでのまではない。しかしながらラーメン計算の精度が一枚の壁のため途端に井勘定となってしまうので、P C ラーメンの計算にとっては特に都合が悪いことになる。さらに前号に述べたようなプレストレス導入にとりまう不静定力の問題のために現場打ちの壁を打つことが不可能となる。したがって計算精度の問題を別としても、P C 造ではR C の場合のような自由な壁配置は行なえないことになる。そこで通常はP C ラーメンと壁つきR C ラーメンとははっきり区別して配置したりコアシステムとすることが多い。いずれの場合にも水平力の分担率の不明確さを別として注意しなければならないのは、ねじれをできるだけ防止することで、剛心と重心とが全層の鉛直線上で一致していなければ地震時の非定常振動によって建物の固有振動が誘発され、P C 造のようにねじれ剛性の低くなりやすい構造では、ねじれ振動が主振動となる危険性があり、現在行なっている静的設計ではこのような点でのチェックは行なわないからである。またP C 部分は塑性変形に入るまでにR C より大きな変形を生ずるから、壁の配筋量は十分多くして、変形に追随できるねばりをもたせる必要がある。小変形で載荷能力を失なう壁では図のa型の構造となるおそれがあるからである。P C ラーメン内に間仕切り用のブロック壁などが入る場合には特にこのようなことになりがちでR C ラーメンの場合よりその影響が大きい。

組立て構造では耐震壁または筋違などをあと取つけとすることも考えられ実際にも行なわれているが、この場合にはP C ラーメン内に取つけることが可能である。しかしこのような場合、特に壁ではラーメン隅角部に集中応力が発生しやすくなるので十分注意する必要がある。

14. 地震時の安全度

大臣告示および建築学会規準では常時荷重時には許容応力にもとずき、地震時には $n(G+P)+1.5K < M$ (G, P, K は固定、積載、地震による応力、 M は曲げ破壊抵抗モーメント、 n は地震と同方向のとき 1.2、逆のとき 1.0) と規定されていて、R C とは異なっている。もちろんイーールドヒンジを仮定し応力を再配分して行なう本来の意味のリミットデザインではなく、応力計算は弾性計算で行ない、部材断面の破壊耐力と比較する漸定的な方法にとどまってはいるが、R C 規準を一歩抜いた設計法の採用ということはできる。これはP C 部材が常時荷重時には過去のきれつ発生有無に関係なく完全弾性的性質を示すことと、断面の破壊時にはイーールドヒンジを構成しうることで、少なくとも静荷重試験の結果から確かめられていることによって定められたものである。したがって破壊安全率が確保されていれば短期応力をチェックする必要はないが、コンクリートの破壊強度付近での動的性状が完全には検討されていないので、過大なプレストレスを与えるような無理な断面は避けるのがよい。構造物がひびわれからわずかな変形で破壊する脆性破壊や、曲げ破壊以前に破壊する突然破壊は、安全性の上で望ましくないので、ひびわれモーメントと破壊モーメントの比をある限度に保たせたり、せん断破壊荷重の確認を行なうのは安全率の値と同程度に重要なことである。

以上のように耐震設計そのものが確立されていない現状ではP C 構造の耐震問題もまた今後に残されているわけで、設計に際しては計算外の事項、部材をも含めて大局的に力の流れをつかみ、部分的破壊が建物全体の崩壊を導かないような設計を心がけることが肝要ということになる。

1963.7.29・受付

注：本岡氏の原稿は本号をもって終了、ひきつづき、中野清司氏（建設省建築研究所）が執筆されます。

土木学会コンクリート委員会主催

構造用軽量骨材に関するシンポジウムについて

土木学会より標記のシンポジウムを次のとおり開催する旨の案内がありました。詳細は土木学会誌 48 巻 10 号（昭和 38 年 9 月末日発行予定）会告欄に掲載されますから同誌を御参照下さい。

記

1. 期 日：1963 年 10 月 25 日（金）
2. 場 所：日本化学会講堂（東京都千代田区神田駿河台 1 の 5・国電お茶の地下水車 5 分）
3. 内 容：講演総数 18 編（構造用軽量骨材の使用方法に関するもの）