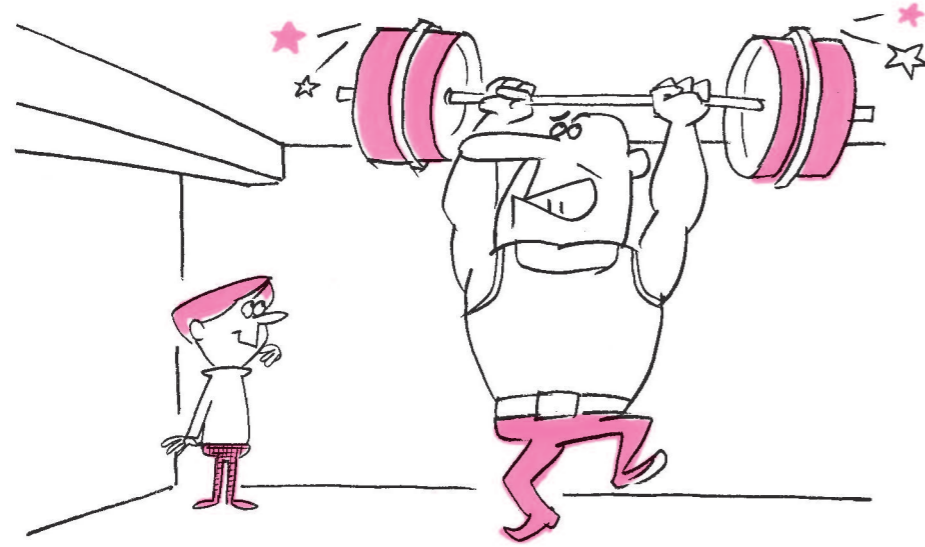


Scene17 梁

梁断面は どこまで小さく できるのでしょうか



大きい方が支える力は強いけどね...

梁断面は許容応力とたわみで決まる

建物の基本計画時に「この梁せいはどこまで小さくできますか?」「梁幅はどのくらいまで縮められますか?」などよく聞かれます。

こんなとき、梁せいが梁の有効長さの 1/10 程度となっているか、梁断面を小さくしてたわみが告示の制限内に納まるか、鉄筋が並ぶか、梁貫通が設けられるかなどを念頭に置きながら、断面の検討を行ってください。

階高、天井高に影響する梁断面は小さいほうが望ましいですが、無理は禁物です。まずは梁に発生する応力およびたわみの算出方法を確認しておきましょう。

構造設計の世界では、梁に発生する応力が材料の許容応力度以下となり、たわみが一定の制限値以下となるように梁断面を決定していきます。

表1は「梁の架け方」による、梁に生じる応力（モーメント）とたわみの算定式です。梁に生じるモーメントは作用する荷重に正比例し、スパンの2乗に比例します。たわみは荷重に正比例し、梁せいの3乗、スパンの4乗に比例します。さらに梁に生じるモーメントおよびたわみは、「梁の架け方」すなわち「梁

が連続しているか否か」によっても大きく異なります。

次に、梁に許容される応力およびたわみについて考えてみましょう。鉄筋コンクリートの許容モーメントは、引張側鉄筋の許容引張力または圧縮側鉄筋の許容圧縮力とコンクリートの許容圧縮力の合力に応力中心間を乗じて求めます。

したがって、鉄筋コンクリート造の梁せいを600mmから500mmに縮めたい場合、応力中心間距離が約0.81倍となるので引張り側の鉄筋を約1.2倍入れればよいこととなりますが、たわみは $1.2^3=1.728$ 倍大きくなるということを考慮しなければなりません。ただし、このような考えが成立するのは「釣り合い鉄筋比以下」であることに注意が必要です。

条件式から定まる梁せいを目安にする

表2は梁せいと梁の有効長さの関係の制限を示したもので、条件式から定まる梁せいが構造計画段階での目安となります。鉄筋コンクリート造の梁で有効長さが6,000mmの場合、 $6,000/10=600$ mmが梁せいの目安となります。この条件式から求められる梁せいは、複雑な計算を伴わないため安全側な数値となります。

もう1つ梁せいを求める方法があります。それは、表1の式

表1 梁の応力およびたわみの算定式

梁の架け方 (連続条件)	M: 梁の応力(モーメント) [注1]			δ: 梁の弾性たわみ [注2]		部位の凡例
	外端	中央下端	連続端上端	中央下端		
ア	0	WL ² /8	—	5L ⁴ /348EI		<p>イ(一端ピン他端固定) ウ(両端固定 たわみ小) ア(単純支持 たわみ大)</p> <p>注) ア、イ、ウは左欄に対応</p>
イ	0	M _{max} =9WL ² /128	WL ² /8	WL ⁴ /185EI		
ウ	WL ² /12	WL ² /24	WL ² /12	WL ⁴ /348EI		

梁の架け方つまり梁の連続条件ごとの、梁に生じる応力と中央部のたわみの算出式。右欄の「ア 単純支持」の場合は左欄「ア」の計算式にて算出する。「ア」は対象とする梁に連続する梁が存在しない場合、「イ」は対象とする梁の片側のみ連続する梁が存在する場合、「ウ」は対象とする梁の両側に連続する梁が存在する場合を示す

[注1] M: 梁の応力(モーメント)、δ: 梁の弾性たわみ、W: 単位長さ当たりの重さ、L: 支持スパン、E: ヤング係数、I: 断面2次モーメント (B・D³/12: 矩形断面の場合)。なお、表中の応力およびたわみの算定式には梁端の固定度は考慮していない
[注2] 弾性たわみとは材料のクリープなどを考慮しない純粋なたわみの理論値を示す

表2 告示が定める梁のたわみ制限式*

建築物の部位	変形増大係数	条件式
木造	2	D/L > 1/12
鉄骨造	1	D/L > 1/15
鉄筋コンクリート造	8	D/L > 1/10

この表においてDおよびLはそれぞれ以下の数値を表すものとする。
D: 梁のせい(単位: mm) L: 梁の有効長さ(単位: mm)

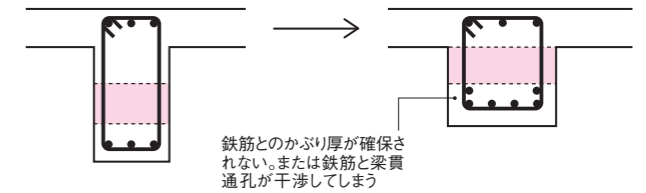
などから求められる梁の弾性たわみに、たわみの増大に伴う調整係数(変形増大係数)を乗じて求められたたわみを梁の有効長さで除した値が1/250以下を満足させることが要件となります。

変形増大係数はコンクリートや木材のクリープを考慮する係数のことで、鉄筋コンクリート造の梁の場合は、計算で求められる弾性たわみの8倍(木造の梁の場合は2倍)を梁のたわみとします。鉄骨は完全弾性体なので、変形増大係数は1.0として計算します。鉄筋コンクリート造の梁で有効スパン6,000mm、弾性たわみが1.5mmの場合、 $1.5\text{mm} \times 8 = 12\text{mm}$ を梁のたわみとして、 $12/6,000=1/500 < 1/250$ となり、制限を満足していることとなります。

梁と床の剛性のバランスも重要

梁断面を小さくできるかは、梁の許容モーメントを変えることなくたわみも抑えることが可能かということです。鉄筋コンクリート造の梁のせいを縮める場合は幅を広げ鉄筋を増やします。鉄骨梁の場合は、せいを小さくして梁幅の大きい「中幅」の

図1 梁貫通と主筋の干渉



鋼材にするのが一般的です。しかし、これだけで対応できない場合は、「梁の架け方」を工夫して梁に作用する荷重を小さくできないかということを考えます。

応力とたわみが目標に納まったとしても、梁と床の剛性のバランスも重要です。梁断面を小さくしすぎるとスラブ全体で振動してしまうこともあります。マンションなどスラブ厚さが応力によらず、遮音性能確保により厚くなる場合の小梁せい400~450mmなどは要注意です。

梁せいを小さくするために鉄筋を増やす、増やすと鉄筋が並ばないので2段筋とする、2段筋とすると梁貫通孔が設けられないなどの事態も生じます(図1)。梁せいが小さくなると主筋位置の施工誤差の影響も大きくなります。また、曲げひび割れも出やすくなります。単に応力から必要とされる鉄筋量を配置するのではなく、ひび割れ幅の拡大に配慮した配筋が望まれます。(栗原一郎)

* 許容されるたわみは平成12年5月31日建設省告示第1459号「建築物の使用上の支障が起こらないことを確かめる必要がある場合及びその確認方法を定める件」に定められている