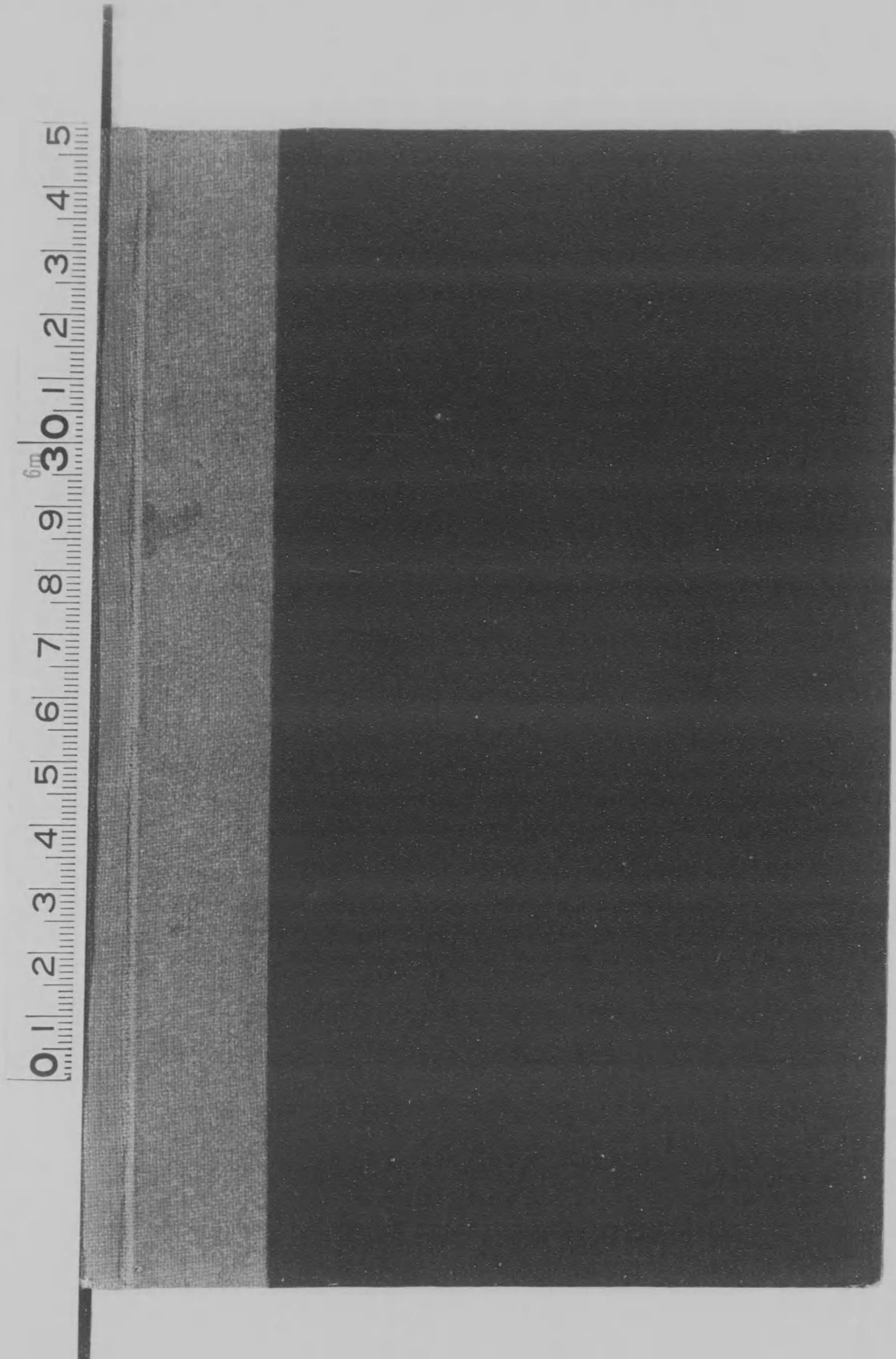
始



建築パンフレット

第一輯（1）

曲能率と剪力

華　城　會

建築パンフレット

第一輯　鐵筋鐵骨構造（全十二册）

1 曲能率と剪力　　7 結構算定法
2 斷面二次率と抵抗能率　　8 地震と風壓
3 撓曲と連續梁　　9 プレートガーダー
4 丁形梁と鐵筋　　10 トラス
5 床版と矩形梁　　11 施工法
6 柱と基礎　　12 仕樣と見積

第二輯　特殊建築設計法（全十二册）

1 住宅(1)　　7 ホテル
2 住宅(2)　　8 カフエー
3 學校　　9 病院
4 銀行　　10 劇場
5 ビルヂング　　11 浴場
6 百貨店　　12 アパートメント

會費各種　一箇月（二册）郵料共金拾九錢
三箇月（六册）同　金貳圓五拾錢
六箇月（十二册）同　金四圓五拾錢

建築パンフレット

第一輯（1）

曲能率と剪力

華城會

建築パンフレット

第一輯　鐵筋鐵骨構造（全十二册）

1 曲能率と剪力	7 結構算定法
2 斷面二次率と抵抗能率	8 地震と風壓
3 撓曲と連續梁	9 プレートガーダー
4 丁形梁と繋筋	10 トラス
5 床版と矩形梁	11 施工法
6 柱と基礎	12 仕様と見積

第二輯　特殊建築設計法（全十二册）

1 住宅(1)	7 ホテル
2 住宅(2)	8 カフエー
3 學校	9 病院
4 銀行	10 劇場
5 ビルヂング	11 浴場
6 百貨店	12 アパートメント

會費各輯　一箇月（二　册）　送料共金拾九錢
三箇月（六　册）　同　金貳圓五拾錢
六箇月（十二册）　同　金四圓五拾錢

建築パンフレット

第一輯（1）

曲能率と剪力

華城會

內　容 内

曲能率と剪力

BENDING MOMENT AND SHEAR

-bending moment and shearing

總　說

曲能率といふ言葉は鐵筋の計算にでも、鐵骨の計算にでも最も多く出て來るもので、計算といへば曲能率が付いて廻つて居るから、構造計算家 Calculater は徹頭徹尾曲能率（略字M）で苦勞するものである。

恰も人間が戀愛問題で相當頭を惱す樣にカルキユレーターはMで惱されるものである。實際Mなる略字はモーメントの頭字を取つてつけたものであるが、中々粹味のあるものと思はれる。

Mは計算上最も重要なるものであるが、青年時代の戀愛の如く中々眞相を掴むことがむつかしい。Mそのものが多少複雜してゐるのみならず、他のものとの關係が大いに複雜してゐるので、Mの意味がわからなくなつて仕舞ふ。M問題をわかり易く說明するのは甚だ無味乾燥の嫌あるため、中々困難なことと思ふ。會員諸君も筆者の心をよく了解せられて、以下說明する文句を蚤取眼で硏究していたゞきたい。在來の書籍は何れも初心硏究者に向かぬため、蚤取眼で硏究せらるるものは絕無といつてよい。此パンフレツトにより初心

研究の士は蚤取眼で研究され、既に自信ある諸士は初心研究者へ說明する材料の一端ともなれば筆者は大いに幸とする所である。兎角Mは講義にでも書物にでも初めに出て來るものであるが、計算上重要なると、關係の複雜なると、眞相を摑むことの困難なるため、殆んど形式的の說明となり研究者又わからぬまゝに看過するものであるから、會員諸君は質問野次其他あらゆる方法で筆者との連絡を保たれんことを望む。筆者又質問は回答で、野次は誤魔化しで、其他あらゆる方法は臨時應變で喜んで應接をするつもりである。

力の能率　Moment of force

物體に力が働く時は物體は動くか變形を生ずるものである。ゴムの如き物體に力が働けば無論力の働く部分に變形を生ずるが、建築材料の如き剛體に力が働く時は、物體の一部分に變形を起さず物體全體を變動せしめるか、その物體が或る點にて支へられて居る時は、その支點を軸として物體が廻轉することになる。建築ではこの廻轉の場合一點張りで、支點がつまり梁の兩端で、力が働く所即ち力點が荷がかゝる所、つまり大梁ならば力點は小梁が乘る所となるのである。

能率の算定　Calculation of moment

能率といふものは常に支點、支點より力點までの距

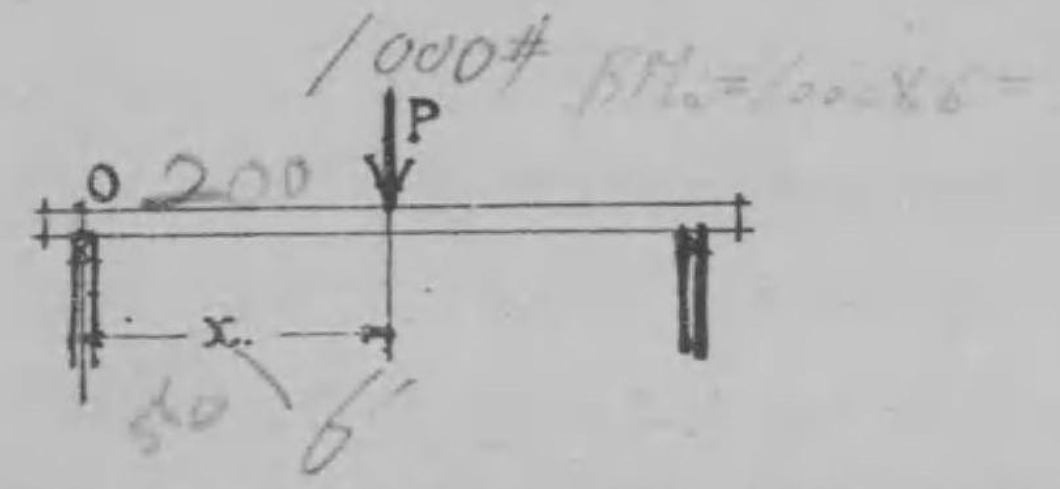
Calculation of moment

離、働く力の大さの三つが相關連してゐるものであるから、常に此の三つの要素を頭に入れて置かねばならぬ。

能率＝力×距離

$M = F \times x$

能率は力の大さと力點支點間の距離との、相乘積である。



上圖の如き梁に外力Pが働けば、支點O（梁の支端部即ち桁の中心線上の點）に對する、外力Pの能率は

能率＝$P \times x$

である。

能率は目方の大さでもなく、力の大さでもなく、つまり前に述べた樣に目方と、長さとの相乘積であるから、はつきり頭に何物であるか響かぬが、要するに長さの單位と重さの單位との相乘積であるから、能率の大きさを示す單位は呎封度とか、吋封度とか、寸封度とかい

ふ様に長さの單位と重さの單位とを二つ並べて表してある。呎封度とは外力の大さが封度で表はされ、力點支點間の距離が呎で表はされてあることを示すもので、力點支點間の距離が吋で表はされたる時は吋封度となり、寸で表はされたる時は寸封度となるのである。第一圖に於いて外力Pを1000封度とし、力點支點間の距離 x を6呎とすれば、支點Oに對する外力Pの能率は

能率＝ 6 × 1000 ＝ 6000 呎封度

今この能率は呎單位のものであるから、これを吋單位の能率吋封度に直すには

能率＝ 6 × 1000 × 12 ＝ 72000 吋封度

又寸單位の能率寸封度に直すには

能率＝ 6 × 1000 × 10 ＝ 60000 寸封度

以上の三つは能率單位中長さの單位を異にしてゐるが、能率の數量としては皆相等しきものである。

即ち呎封度を吋封度に直すには

吋封度 ＝ 呎封度 × 12

又呎封度を寸封度に直すには

寸封度 ＝ 呎封度 × 10

建築では能率の計算は常に呎封度を吋封度又は寸封度に直すことが多いから、能率單位の變更といふことは充分氣を付けてもらひたい。尺と呎とは少しは差があるが常に尺と呎とを相等しく取扱つてゐるから、能率の計算は先づ呎封度が先に求められ、それを鐵骨鐵筋の計算では吋封度に、木造の計算では寸封度に直すものである。所がこの時に氣を付けねばならぬが、呎封度を吋封度又は寸封度に直さずに、能率を求める前に第一圖の x の長さで呎を吋又は寸に直して置いて能率を求めると往々間違を生ずることがある。（曲能率及抵抗能率にて詳解すべし）~~兎に角先づ~~呎封度を求めて後能率單位の變更をすることにせねばならぬ。

能率は常に支點を基として考へねばならぬ。つまり支點何々に對する外力何々の能率といひ表す。これを~~略して何々點に於ける能率といふこともある~~が、それは何々支點に對する力何々の能率即ち何々點に於ける能率の何々は支點を示すのである。これで能率は大體說明したつもりだから、愈本問題である曲能率に入らうと思ふ。

曲能率 Pending moment

曲能率は能率の中で曲げる働きをするものの名前である。能率は一般に剛體を支點の廻りに廻轉せんとする作用をなすが、その剛體が動かぬ様に取付けられてゐる時は、廻轉することが出來ないために、曲げやうとする働きをする。梁や柱は大抵動かぬやうになつて

ゐるから、梁に外力が働けば必ず外力の能率に依つて曲げられんとするものである。この曲げんとする作用の大さを表したものが曲能率である。故に梁を設計するには先づこの曲能率の大さを出して、それに堪ね得るや否やを見て梁の大さを決定せねばならぬ。要するに曲能率は設計の根本となるものである。

曲能率は前記の能率と殆んど理屈は同じであるが、吾々が曲能率として取扱ふ場合は、能率が數多集つたものになるから、曲能率と云へば能率の集合したものであると考へて差支へない。何となれば曲能率を生ずる力は、梁では外力卽ち荷重と反力との二種あつて、その中で外力は數多あり、反力は左右の支端部に一つ宛ある。外力はつまり梁の上に乘る荷重の重さ及び梁自身の重さであつて、反力は梁の支端部で梁を支へてゐる力であるから、反力の大さは梁に働いてゐる荷重の總量に等しい。所が反力は梁の左右支端部に一つ宛あるから兩反力の和が、梁の荷重の總量に等しいのだ。

反　力 Reaction

反力は早く云へば梁を支へてゐる力であるから、廣い意味で云ふとやはりこれも梁に對する外力なのである。けれども梁に架かつてゐる荷重であゑ所の外力は上から下に働くが、反力は反對に下から上に働くもの

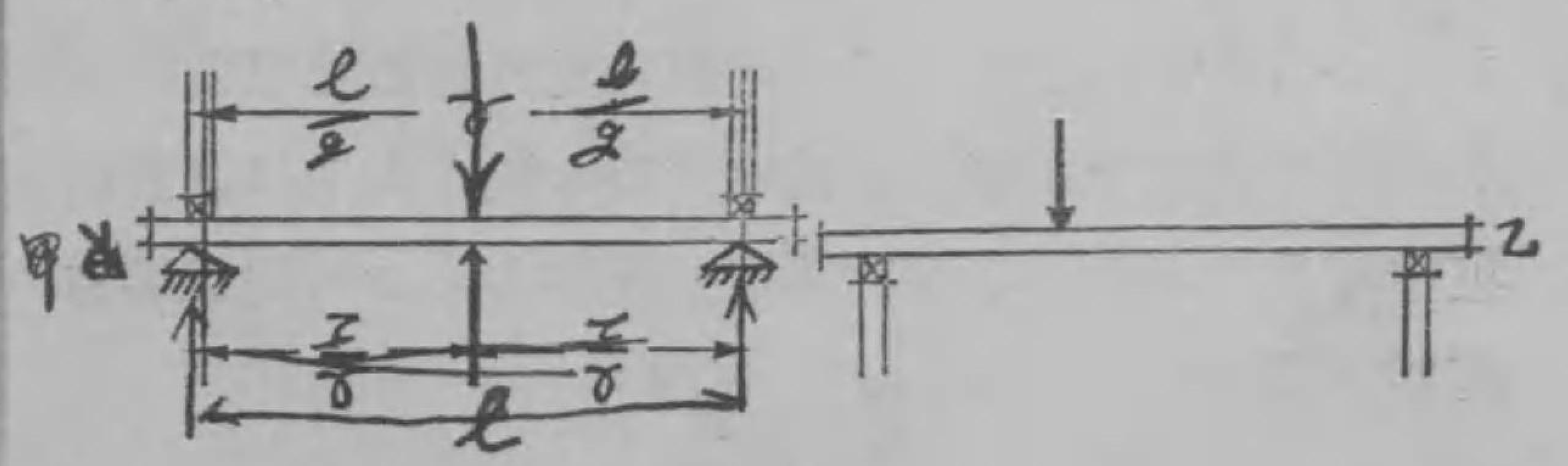
である。反力の大さは前に云つたやうに左右の和が梁の荷重の總量に等しいもので、左がどれだけ、右がどれだけの大さであると云ふことになると一寸見當がつかない。所が梁の荷重が平均に働いてゐるとか、梁の中央に一つの荷重が働いてゐるとか、同じ大さの荷重が對稱に働いてゐる場合では、左右の反力の大さは相等しくなることは直ちに知れる。つまり此の場合では左右の支端部では同じ力で梁を支へてゐると云ふことである。

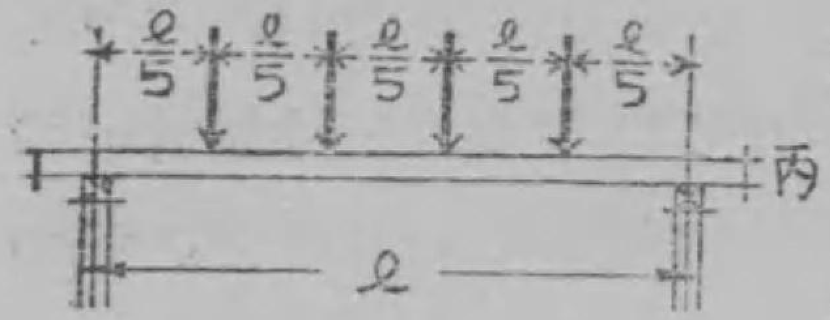
これより曲能率の本論に入るものであるが、その以前に一寸豫備智識を養成する必要がある。

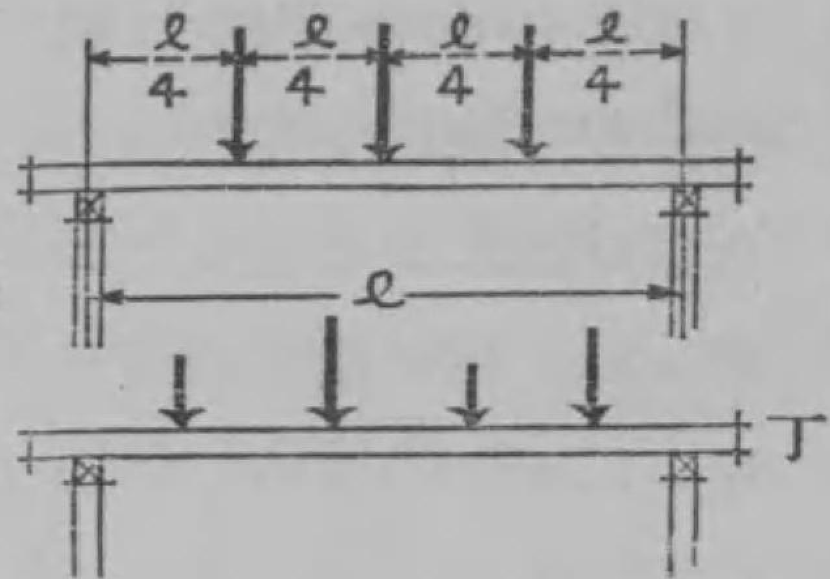
荷重の種類

1. **集中荷重** Concentrated load

梁の上に小梁がかゝつてゐるやうに、荷重が一點又は數點に集中してかゝつてゐるものを云ふ。之には圖のやうに中央集中荷重甲と、任意の點に働く集中荷重乙と、對稱集中荷重丙と、不對稱集中荷重丁との四種がある。







丙の對稱集中荷重とは同じ大さの集中荷重が、梁全體に亘り同じ間隔で働いてゐる場合で、同じ間隔に荷重が働いても、その大さが異れば不對稱集中荷重丁となり、又荷重の働く間隔が異つてゐれば、たとへ同じ大さの荷重が働いても不對稱集中荷重丁となるものである。この中で中央集中荷重甲と對稱集中荷重丙との場合では、左右反力の大さが相等しく全荷重の半分宛になるものである。

2. **等布荷重** Uniformly distributed load

これは對稱集中荷重の荷重の數が非常に多くなつた場合のことで、梁全體に亘つて全く一樣に荷重が分布されてゐることである。つまり鐵筋コンクリートのスラブを受けてゐる梁、又は床板を受けてゐる根太に働くやうな荷重で、根太を受けてゐる梁の如きは、對稱集中荷重であるが、荷重の數が相當多いから普通等布荷重と見做されてゐる。

此の場合の反力は全部左右相等しき大さとなる。

梁の種類 Simple beam

1. 兩端支へられたる梁 Simple beam

これは木造建築の梁のやうに、梁の支端部が單に桁とか柱とか云ふ支承物の上に乘つてゐる場合である。 beam

2. 固定梁 Fixed beam Fixed beam

これは煉瓦壁に埋込まれた梁とか、鐵筋コンクリートの梁とかいふやうな梁の兩端が支承物に緊く結びつけられてゐるやうな場合であるが、この固定といふことは中々人間業では理想的にゆかぬもので、鐵筋コンクリート梁のやうなものでも鐵筋の配置の方法如何で、固定と考へらるゝこともあるが、半固定となることもある。半固定とは、つまり單に支へられたる場合と固定の場合との中間のものである。完全な固定梁といふものは甚だ少いもので、鐵筋コンクリート梁で適當に配筋せられたもの、又鐵骨構造で梁の兩端が緊く結びつけられたもの等より外には、先づ餘り無いといふてもよいのである。 Continuous beam

3. 連續梁 Continuous beam

これは一本の梁で三個以上の支承物を持つてゐるもので、例へば四間梁の中央に柱が立つてゐるやうな場合で、此の時中央の柱の上で梁も切つて縁を絕てば、

二つの單に支へられたる梁となつてしまふ。連續梁にも各支承物との關係が單に支へられたるものと、固定せられたるものとの二種類あるべき譯であるが、連續梁と云へば單に支へられた 梁を云ふものである。

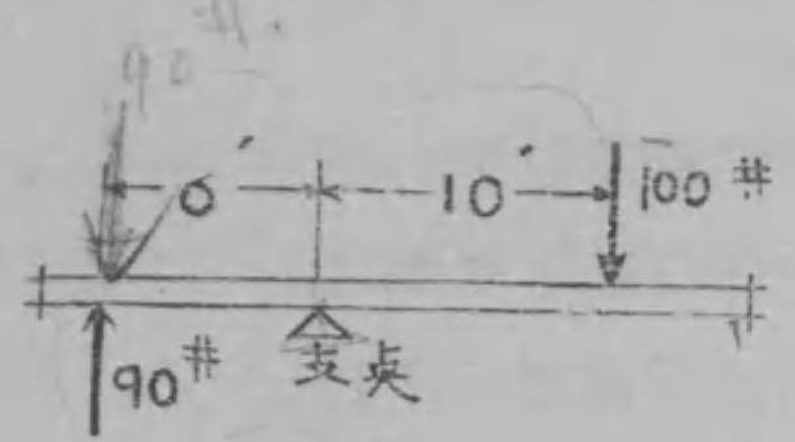
一般に固定梁となると梁と柱とが緊結せられてゐるから、柱と梁とを一體として考ふる方が理論的であり、從て計算する時も柱と梁とを一體として考へる、これは卽ち結構 (frame) であるから、梁のみの計算では固定梁といふものゝ必要はない。全く梁のみの計算では單に支へられたる梁として、計算する場合が最も多く、固定と云ふ考へを入れゝば先づ半固定位にするが至當であらう。

能率の符號

能率を求める時に力が一つであれば、符號をつける必要はないが、能率が二つ以上になつてしかも力の方向が異ると、能率の和を求める時に差引勘定をせねばならなくなる。

能率によつて物體が支點を軸として回轉する時、時計の針と同じ方向に廻る時は正(＋)とし、時計の針と反對の方向に廻轉する時は負(—)とする。

圖の如き能率の和を求むれば



能率の和＝$100\times10-90\times6$
＝460呎封度

つまり能率に符號がなければ、方向反對なる時何れの能率が強いかといふことがわからなくなる。この時計の針と同じ方向が正で、反對が負といふことは必ずしもさうでなくてはならぬこともないが、兎に角能率の方向が相異る場合は、一方を正に一方を負にしなければ、能率の總勘定がつかぬから、充分注意していただきたい。

扨て豫備智識の養成もこの位にして愈反力の算定に取りかゝらう。

何故に曲能率を求むる前に反力を求めなければならぬかと云へば、曲能率は能率の集りであるから、梁に働く總ての外力を知らなければならぬ。反力又外力の一つであるから、反力を求めなければ曲能率が出ないのである。反力の大さを知れば曲能率は梁の任意の點を支點卽ち軸として、能率の總勘定をすればよいのであつて、極めて簡單なものである。

梁の中央部の曲能率は、中央部を支點としてそれよ

り右か或は左の能率の總勘定をすればわかるし、梁の任意の點の曲能率は、その點を支點としてその點より右か左か何れかの能率の總勘定をすればよいのである。

反　力 Reaction

物體に力が働いてゐる時その物體が動かぬと云ふことは、物體自身にその力と方向相反し大さ相等しい力を持つてゐるから、平衡を保つてゐると考へねばならぬ。この反對の方向に働く大さ相等しい力を反力といふ。つまり梁の反力は荷重といふ外力に反應して生ずる支へ持ち耐ねる力である。故に一般の梁の左右支端部にある全反力は荷重の總量に等しいものである。

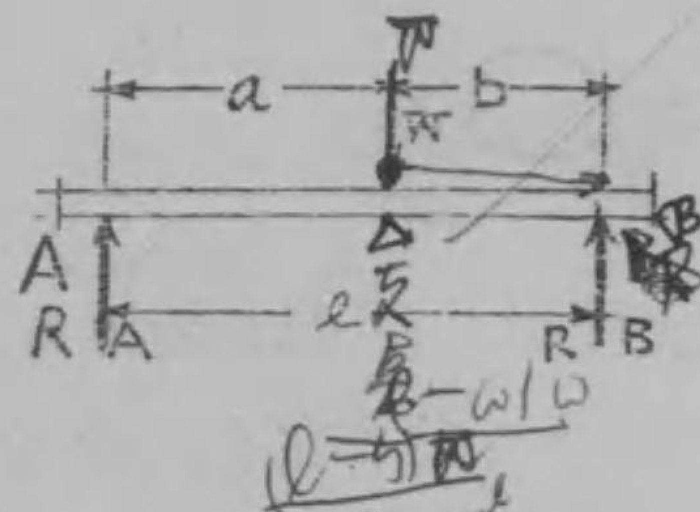
反力の算定 Calculation of reaction

中央集中荷重、等布荷重、對稱集中荷重の場合では、梁の左右支端部の反力は各荷重の總量の半に等しいことは前に話したが、今茲では不對稱荷重の場合を説明しやう。

反力を算定する時必要なる定理は次の如くである。

一平面上の數點に數力が働いてゐて、その平面が動かず平衡を保つときは、その平面上の任意の點を支點として、その周圍の凡ての力の能率の代數的總和（總勘定）は零なり。

1. 任意の點に集中荷重ある場合



圖の如き兩端支へられたる梁ABの左支端部Aよりaの距離にWなる荷重ある時A.B二點の反力R_A及R_Bを求むれば

$$R_A + R_B = W$$

なることは既に知られて居る。

又定理によりA點の周りに能率をとれば

$$a \times W - l \times R_B = 0$$

故に

$$R_B = \frac{a}{l} W$$

$$R_A = W - R_B = W - \frac{a}{l} W$$

$$= \frac{l}{l} W - \frac{a}{l} W = \frac{(l-a)W}{l}$$

$$= \frac{b}{l} W$$

故に此の場合の反力の大さは、文章にて表はせば次の如くなる。

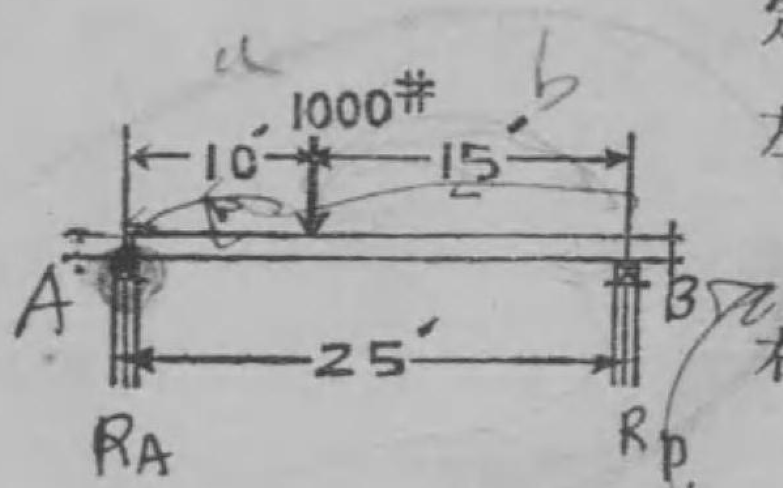
任意の點に集中荷重ある場合の反力を求むれば、左支端部に於ける反力は荷重の大さと荷重より右支端部迄の距離との相乘積を梁間にて除したるもので、又右支端部の反力は荷重の大さと荷重より左支端部迄の距離との相乘積を梁間にて除したるものである。

之を式にて表せば

$$R_A = \frac{b}{l}W$$

$$R_B = \frac{a}{l}W$$

例題　梁間25尺の梁あり左支端より10尺の距離ある點に1000# の集中荷重ある時、左右支端部に於ける反力を算定せよ。



定理によつて求むれば

左支端部の反力 $= \frac{1000 \times 15}{25} = 600\#$

右支端部の反力 $= \frac{1000 \times 10}{25} = 400\#$

又は右支端部の反力は

$1000\# - 600\# = 400\#$

公式によりて求むれば

$$R_A = \frac{15}{25} \times 1000 = 600\#$$

$$R_B = \frac{10}{25} \times 1000 = 400\#$$

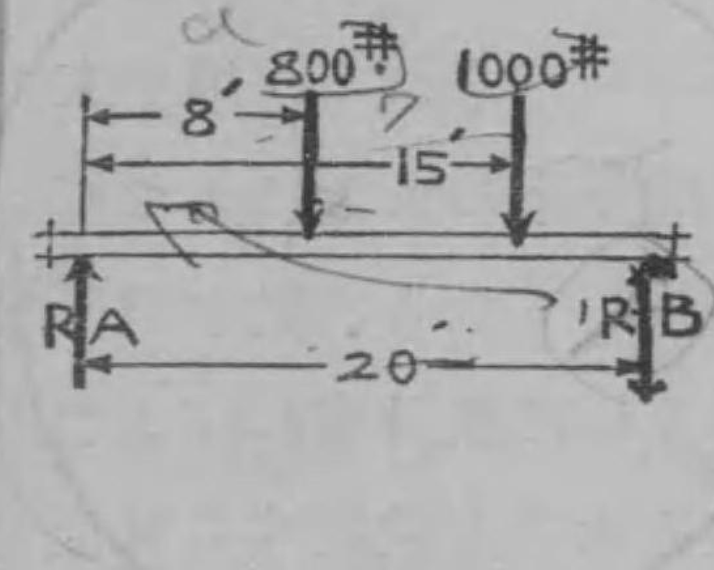
之れによつて考へれば、荷重が働いて居る點より近い支端部の反力は遠い支端部の反力よりも大なることになる。

2. 數個の不對稱集中荷重ある場合

この場合は前記任意の點に集中荷重ある場合として

求めたる反力の和に等しい。つまり前の方法を繰り返して求むればよい。

例題 a. 下圖の如き場合の反力如何



$R_A + R_B = 800\# + 1000\#$

$= 1800\#$

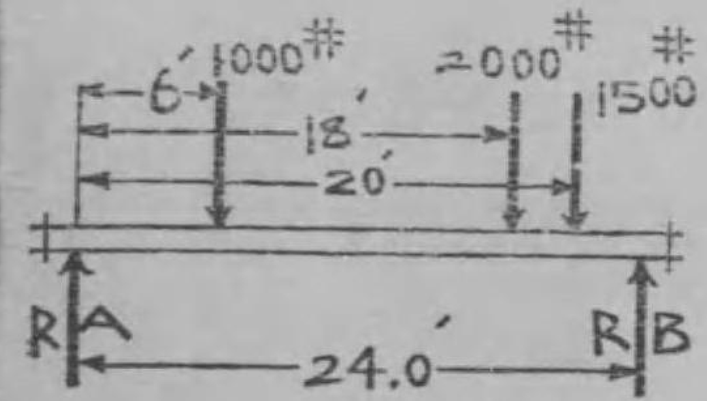
$R_B = \frac{8 \times 800}{20} + \frac{15 \times 1000}{20}$

$= 320 + 750$

$= 1070\# = R_B$

$R_A = 1800\# - 1070\# = 730\# = R_A$

例題 b. 下圖の如き場合の反力如何



$R_A + R_B = 1000\# + 2000\# + 1500\#$

$= 4500\#$

$R_B = \frac{1000 \times 6}{24} + \frac{2000 \times 18}{24} + \frac{1500 \times 20}{24}$

$= 250 + 1500 + 1250$

$= 3000\#$

$R_A = 4500\# - 3000\# = 1500\#$

曲能率　Bending Moment

以上にて能率の三要素の一である外力の總てを説明

したから、次には是等外力の總ての能率の總勘定をすることになる。即ち是が曲能率であることは既にわかつて居る筈である。斯様に曲能率は能率の集合體であるが、何故に是が重大問題であるかと云へば、曲能率は梁に働く外力によつて梁が折れ曲げられる作用を表す標準となるものであるから、曲能率の大さによつて梁の折曲げられる作用の大さがわかるから、梁を設計するにはこの曲能率に抵抗し得る様に設計すればよいことになる。つまり曲能率は梁の大さを決定する尺度のやうなものである。

曲能率の單位及び符號

曲能率は力の能率と相等しきものであるから、その單位も能率の單位と同じく呎封度、吋封度、寸封度等で表される。

普通用ひらるゝ符號

M····曲能率

M_P····P點の曲能率

#/ft····尺面何封度

#····封度

′····呎又は尺

″····吋

W····梁上の全荷重

M_C···C點の曲能率

M_{max} 最大曲能率（單にMと云へば最大を意味す、何とすれば梁の設計には最大をとりてそれに抵抗する樣設計すればよいから）

w····等布荷重に於ける梁の長さ一尺にかゝつてゐる荷重（等布荷重とは梁の全體に重が平均にかゝつてゐるものであるから、その大さを表すには梁の長さ一尺に就いて幾何の荷重あるか示せばよいのである。故に等布荷重の梁全體の荷重の大さを表すには $w \times l$ となる。即ち是は W に等しい

$W = wl$

l····梁間の長さ

R_A····A點の反力

R_B····B點の反力

b····梁の巾

d····梁の丈

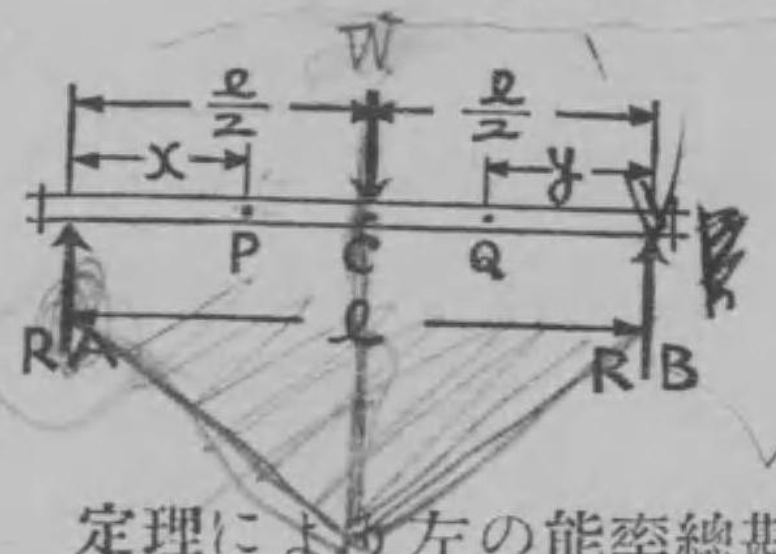
曲能率の算定

曲能率の算定は梁上の任意の點を支點として總ての外力（總ての荷重及び反力）の能率の總勘定をすることで、その方法は次の定理による。

定理　梁の任意の點の曲能率とは、其點より右か左か何れかの方向に於ける總ての外力（荷重及反力）の其任意の點を支點（軸）として考へたる能率の代數的總和（總勘定）を云ふ。

即ち梁の任意の點の曲能率を求むるには、その點を支點(軸)として右か左か、一方に於いて荷重による能率と反力による能率とを差引したものである。何故に差引勘定をするかと云へば荷重による能率の方向と反力による能率の方向とは相異れる故差引勘定をせねばならない。

1. 兩端支へられたる梁の中央集中荷重の場合



反力の大さは明かに

$R_A=R_B=\frac{W}{2}$ である

今C點即ち中央部の曲能率を求むれば

定理により左の能率總勘定をやれば

$$R_A\times\frac{l}{2}-W\times O=R_A\frac{l}{2}=\frac{W.l}{4}$$

即ち中央部(最大)の曲能率$=\frac{W.l}{4}$

次に任意の點Pの曲能率を求むれば、左の方を考ふれば外力は反力一つのみなれば簡單である。

$$M_P=R_A.\ x=\frac{W.x}{2}$$

定理を證明するため此の場合右の方を考ふれば、

$$M_P=R_B\times(l-x)-W\times\left(\frac{l}{2}-x\right)$$
$$=\frac{W}{2}(l-x)-W\left(\frac{l}{2}-x\right)$$
$$=\frac{W.l}{2}-\frac{W.x}{2}-\frac{W.l}{2}+W.x$$

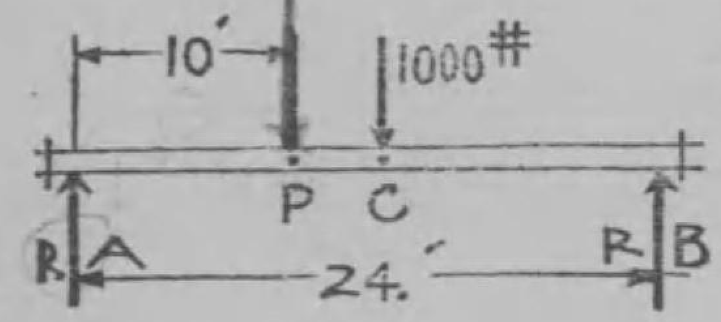
$$=\frac{W.x}{2}$$

又Q點の曲能率は右の方を考へて

$$M_Q=R_B\times y=\frac{W.y}{2}$$

例題 兩端支へられたる梁間24尺の梁あり中央に$1000^{\#}$の集中荷重ある時、最大曲能率及び左支端部より10尺の距離に於ける曲能率の大さを求む。

解



最大曲能率は荷重の働く點即ち中央部C點にあるを以て

$$M_{max.}=M_C=\frac{W.l}{4}$$
$$=\frac{1000\times24}{4}=6000\text{呎封度}$$
$$=6000\times12=72000\text{吋封度}$$

又は

$$6000\times10=60000\text{寸封度}$$

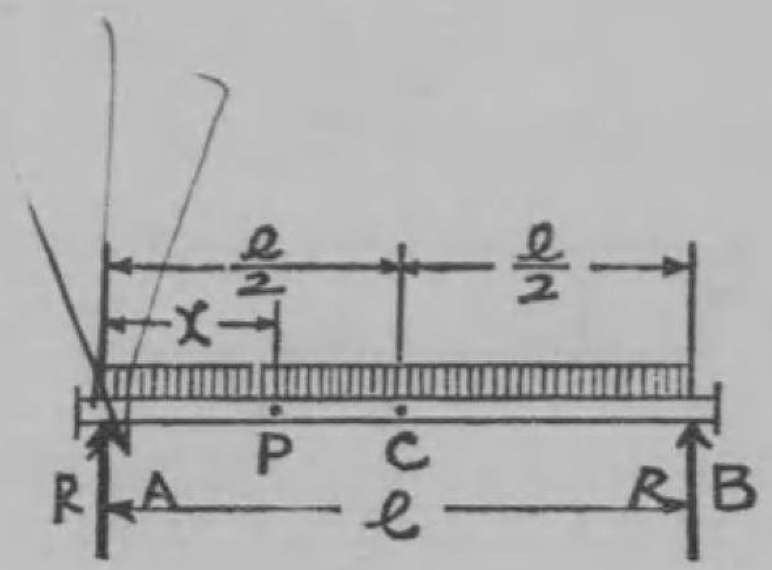
任意の點卽ち左支端部より10尺の點Pの曲能率は

$$M_P=R_A\times x=\frac{W.x}{2}$$
$$=\frac{1000\times10}{2}=5000\text{呎封度}$$

但し尺と呎とを同一に考ふ。

2. 兩端支へられたる梁に等布荷重ある場合

等布荷重と云ふものは中々わかり難いものであるが前に說明した通り梁の長さ一尺に就いて何程の荷重と云つて表すより外はないのである。故に尺面 $70^{\#}$ と云



ふやうに荷重を表すのである。中央部C點の曲能率を求むれば、定理により左を考ふれば、外力は反力R_AとC點より左支端部迄にある等布荷重のみである。等布荷重は集中荷重と異つて能率をとる時力の働く點が無數にある譯だから、此の場合Cより左支端部迄の間の全荷重が、この距離の中央部に集中したものと考へねばならぬ。つまりCより左の等布荷重の總量は、$\frac{W.l}{2}$であつてその働く點はCより$\frac{l}{2}$の距離である。

中央部C點の曲能率$=R_A\times\frac{l}{2}-\frac{W.l}{2}\times\frac{l}{4}$

$$=\frac{w.l}{2}\times\frac{l}{2}-\frac{w.l^2}{8}$$

$$=\frac{w.l^2}{4}-\frac{w.l^2}{8}$$

$$=\frac{w.l^2}{8}$$

任意の點Pの曲能率は、左の方を考へて

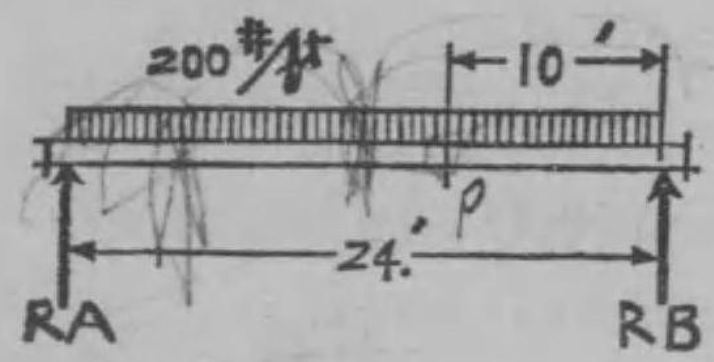
$$M_P=R_A\times x-w.\,x\times\frac{x}{2}$$

$$=\frac{w.l}{2}\times x-\frac{w.x^2}{2}$$

$$=\frac{w.x}{2}(l-x)$$

例題 兩端支へられたる梁間24尺の梁に尺面200#の等布荷重ある時、最大曲能率及び右支端部より10尺の點の曲能率を求む。

解 最大曲能率は中央部なるを以て、定理により左の方を考ふれば



$$M_{max.}=\frac{w.l^2}{8}=\frac{200\times24^2}{8}$$

$$=14400\text{呎封度}$$

$$=14400\times12$$

$$=172800\text{吋封度}$$

又は　$14400\times10=14400$寸封度

$$M_P=R_B\times10-(W\times10)\times\frac{10}{2}$$

$$=\frac{w.l}{2}\times10-10W\times5$$

$$=\frac{200\times24}{2}\times10-10\times200\times5$$

$$=24000-10000$$

$$=14000\text{呎封度}$$

$$=14000\times12=16800\text{吋封度}$$

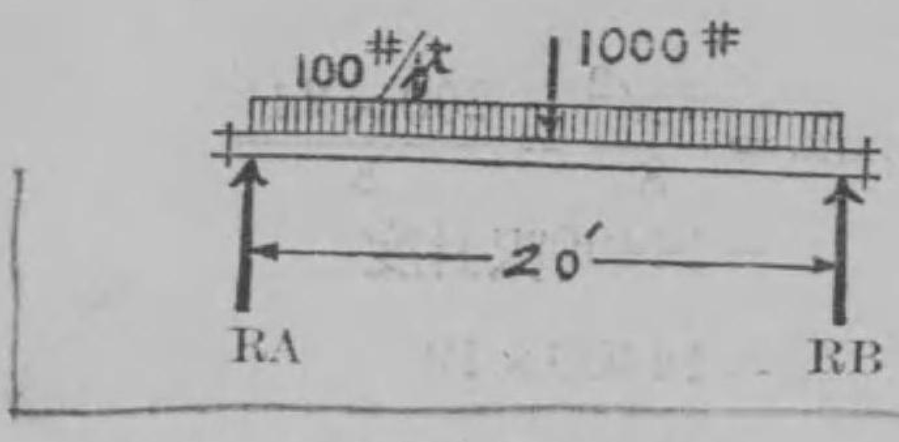
3. 兩端支へられたる梁に集中荷重と等布荷重ある場合

此の場合は集中荷重によつて生ずる曲能率と等布荷重によつて生ずる曲能率とを加へ合せばよいのである。

例題 兩端支へられたる梁間20尺の梁の中央に

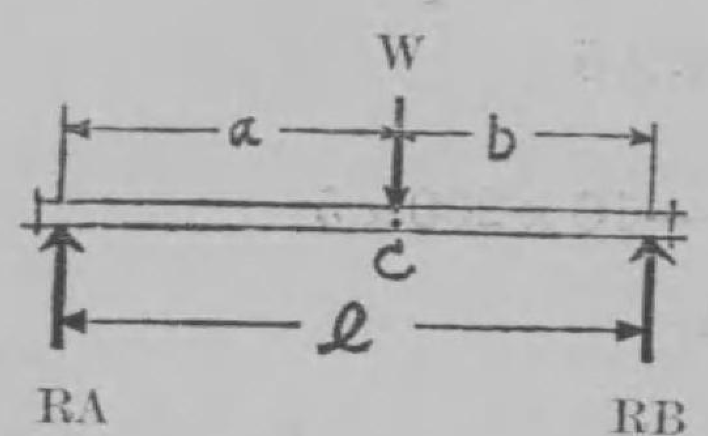
1000# の集中荷重と尺面 100# の等布荷重ある時最大曲能率を求む

解 $$M_{max.}=\frac{w.l^2}{8}+\frac{w.l}{4}$$



$$=\frac{100\times20^2}{8}+\frac{1000\times20}{4}$$
$$=5000+5000$$
$$=10000\text{呎封度}$$
$$=10000\times12$$
$$=120000\text{吋封度}$$

4. 兩端支へられたる梁の任意の點に集中荷重ある場合



此の場合の反力の大さは前記の如く

$R_A=\frac{b}{l}W$　$R_B=\frac{a}{l}W$

最大曲能率は荷重の下即ちC點にあるを以て、今左の方を考ふれば外力はR_Aのみなるべし

$$M_c=R_A\times a=\frac{b}{l}W\times a$$
$$=\frac{a.b}{l}W$$

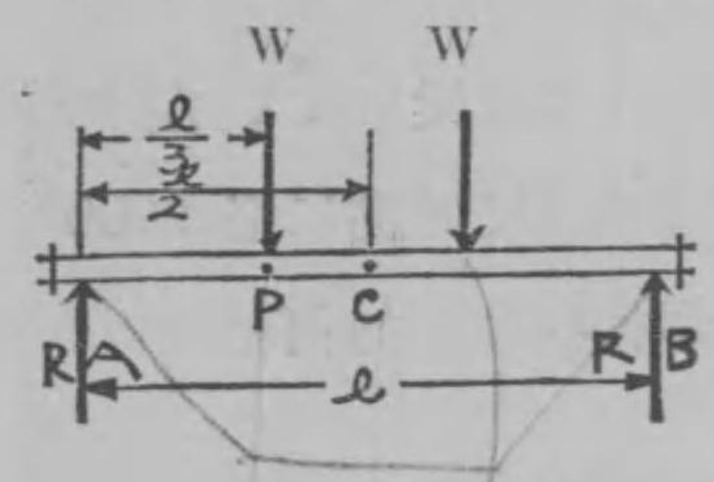
例題　兩端支へられたる梁間18尺の梁の左支端部より6尺の點に2000#の集中荷重ある時最大曲能率を求む。

$$M_{max.}=\frac{a.b}{l}W=\frac{6\times12\times2000}{18}$$
$$=8000\text{呎封度}$$
$$=8000\times12=96000\text{吋封度}$$

5. 兩端支へられたる梁に二個以上の集中荷重ある場合

a. 對稱集中荷重の場合

(1) 等間隔に二個の相等しき集中荷重ある場合



此の場合は左右の反力は相等しく全荷重の半なることは既に知れるを以て

$$R_A=R_B=\frac{2W}{2}=W$$

此の場合最大曲能率の起る點は一寸見當がつかぬが荷重一個の場合はその點に最大曲能率が起ることは、既に知つてゐることであるから、荷重が二つあつてもその働く點には最大曲能率があることは明かであるが、梁の中央ではどうなるかわからないから一寸調べて見やう。

P點に於ける曲能率は定理によりて左の方を考ふれば

$$M_P=R_A\times\frac{l}{3}-W\times0$$
$$=\frac{W.l}{3}$$

又C點の曲能率は定理により左の方を考ふれば

$$M_C = R_A \times \frac{l}{2} - W \times \frac{l}{6}$$

$$= \frac{W.l}{2} - \frac{W.l}{6} = \frac{2W.l}{6} = \frac{W.l}{3}$$

即ち此の場合では最大曲能率は、二個の荷重の働く點と、その二點の間にあるもので、

$$M_{max.} = \frac{W.l}{3}$$

である

例題 兩端支へられたる梁間24尺の梁にて、左支端部より8尺及び右支端部より8尺の點に各2000#の荷重ある時、最大曲能率の大さ如何。

解 $M_{max.} = \frac{W.l}{3}$

$$= \frac{2000 \times 24}{3} = 16000 \text{呎封度}$$

$$= 16000 \times 12 = 192000 \text{吋封度}$$

(2) 等間隔に三個の相等しき集中荷重ある場合

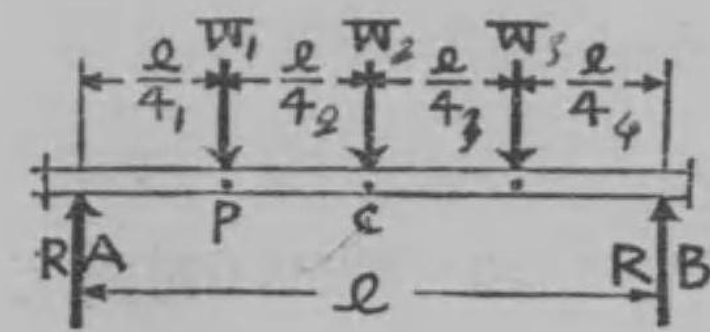
此の場合は明かに梁の中央に最大曲能率あることはわかる。即ち等間隔に相等しき集中荷重ある時の最大曲能率は、荷重の數奇數なる時は梁の中央に、荷重の數偶數なる時は梁の中央に近き左右二個の荷重の中間にあるものである。

C點に於ける曲能率を求むれば左の方を考へて

モット解リ易ク解釋スルト、$W_1 = W_2 = W_3$ トスレバ

$W_1 + W_2 + W_3 = 3W_1$ トシテ差支ヘナイ

コノ式ヲ代入シテ解釋シタ方ガ解リ易



$$M_C = R_A \times \frac{l}{2} - W_1 \times \frac{l}{4_2}$$ ($\frac{l}{4_2}$ ト $\frac{l}{4}$ ガ等シ

$$= \frac{3W_1}{2} \times \frac{l}{2} - \frac{W_1 l}{4}$$

$$= \frac{2W_1 l}{4}$$

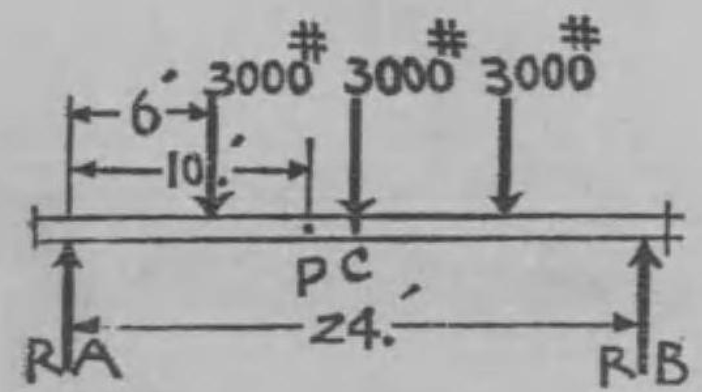
$$= \frac{W_1 l}{2}$$

P點に於ける曲能率を求むれば左の方を考へて

$$M_P = R_A \times \frac{l}{4} - W \times O$$

$$= \frac{3W}{2} \times \frac{l}{4} = \frac{3W.l}{8}$$

例題 兩端支へられたる梁間24尺の梁あり。中央に3000#左支端より6尺の點に3000#又右支端より6尺の點に3000#働いてゐる時、最大曲能率及び左支端部より10尺の點の曲能率を求む。



$$R_A = R_B = \frac{3000 \times 3}{2}$$

$$= 4500^{\#}$$

最大曲能率

$$M_{max.} = \frac{W.l}{2}$$

$$= \frac{3000 \times 24}{2} = 36000 \text{呎封度}$$

$$= 36000 \times 12 = 432000 \text{吋封度}$$

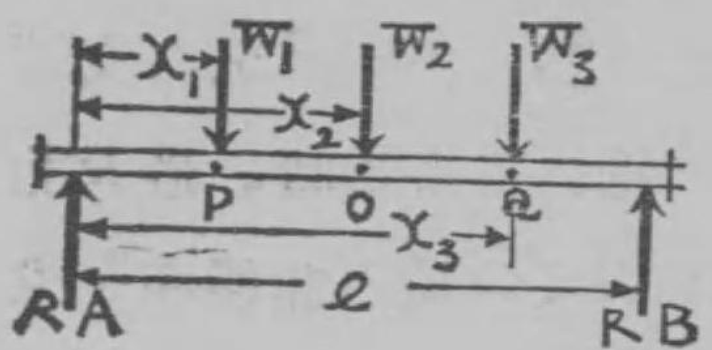
左支端部より10尺の點Pの曲能率を求むれば

$$M_P = R_A \times 10 - 3000 \times 4$$
$$= 4500 \times 10 - 3000 \times 4$$
$$= 45000 - 12000$$
$$= 33000\text{呎封度} \quad = 33000 \times 12 = 396000\text{吋封度}$$

b.　不對稱集中荷重の場合

此の場合は前記兩端支へられたる梁の仕意の點に集中荷重ある場合の組み合せで解決が出來る。

先づ左右の反力を求め、最大曲能率は中央部に近き荷重の働く點にあるものと知るべし



反力は前記 4 の場合の總計となるから、次の如くなる

$$R_A = \frac{W_1(l-x_1)}{l} + \frac{W_2(l-x_2)}{l} + \frac{W_3(l-x_3)}{l}$$

又

$$R_B = \frac{W_1 x_1}{l} + \frac{W_2 x_2}{l} + \frac{W_3 x_3}{l}$$

O 點の曲能率即ち最大曲能率は

$$M_O = R_A \times x_2 - W_1 \times (x_2 - x_1) - W_2 \times O$$
$$= R_A \times x_2 - W_1(x_2 - x_1)$$

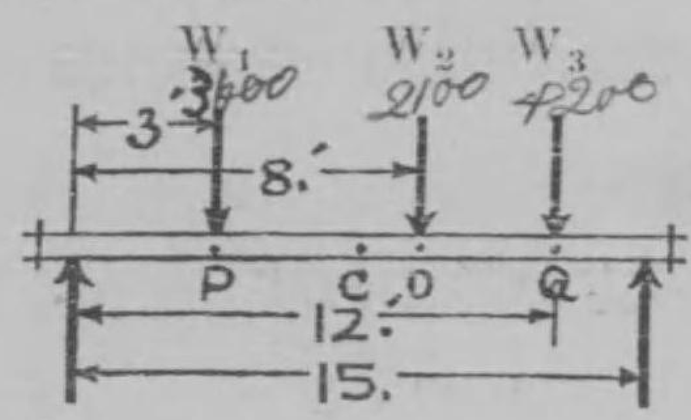
P 點の曲能率は左の方を考へて

$$M_P = R_A \times x_1$$

Q 點の曲能率は右の方を考へて

$$M_Q = R_B \times (l - x_3)$$

例題　兩端支へられたる梁間15尺の梁あり、左支端部より3尺の點に 3600#、8尺の點に 2100#、12尺の點に 4200# の集中荷重あり、最大曲能率及び各荷重の働く點の曲能率、梁の中央部の曲能率を求む。



RA　　　　RB

解　先づ反力を求むれば

$$R_A = \frac{W_1(l-x_1)}{l} + \frac{W_2(l-x_2)}{l} + \frac{W_3(l-x_3)}{l}$$
$$= \frac{3600 \times (15-3)}{15} + \frac{2100(15-8)}{15} + \frac{4200(15-12)}{15}$$
$$= \frac{3600 \times 12}{15} + \frac{2100 \times 7}{15} + \frac{4200 \times 3}{15}$$
$$= \frac{3600 \times 12 + 2100 \times 7 + 4200 \times 3}{15}$$
$$= \frac{43200 + 14700 + 12600}{15}$$
$$= 4700^{\#}$$

4200
2100
3600
9900
4700
5200

次に R_B を求むれば

$$R_B = 3600 + 2100 + 4200 - R_A$$
$$= 9900 - 4700 = 5200^{\#}$$

又前記公式より求むれば

$$R_B = \frac{W_1 x_1}{l} + \frac{W_2 x_2}{l} + \frac{W_3 x_3}{l}$$

$$= \frac{3600 \times 3}{15} + \frac{2100 \times 8}{15} + \frac{4200 \times 12}{15}$$

$$= \frac{10800 + 16800 + 50400}{15}$$

$$= \frac{78000}{15}$$

$$= 5200^{\#}$$

扨て最大曲能率即ち2100#の荷重の働く點の曲能率を求むれば、

定理によりて左の方を考ふれば

$$M_O = R_A \times 8 - 3600 \times \overset{(8-3)}{5}$$

$$= 4700 \times 8 - 3600 \times 5$$

$= 37600 - 18000 = 19600$ 呎封度

$= 19600 \times 12 = 235200$ 吋封度

P點の曲能率は左の力を考へて

$M_P = R_A \times 3 = 4700 \times 3 = 14100$ 呎封度

$= 14100 \times 12 = 169200$ 吋封度

Q點の曲能率は右の方を考へて

$$M_Q = R_B \times 3 = 5200 \times 3$$

$= 15600$ 呎封度 $= 15600 \times 12 = 187200$ 吋封度

梁の中央部C點の曲能率は、左の方を考へて

$$M_C = R_A \times 7.5 - 3600 \times 4.5$$

$$= 4700 \times 7.5 - 3600 \times 4.5$$

$= 35250 - 16200 = 19050$ 呎封度

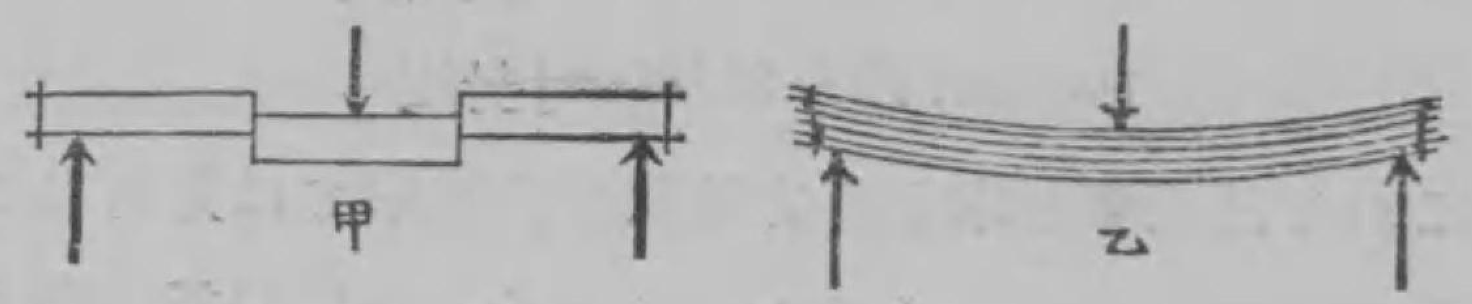
$= 19050 \times 12 = 228600$ 吋封度

これで曲能率を求むる方法及び曲能率とは如何なるものかは、わかつたことゝ思ふから、次には梁を設計する場合曲能率を如何様に取扱ふかといふことにつき説明しやうと思ふ。曲能率は梁を設計する時大さを決める標準となるものだから、一々前に説明したやうな計算をしては甚だ面倒だ。設計をする時は最大曲能率のみを求むればよいのであるから、第二號にて最大曲能率の便利な表を記載することにする。又連續梁の曲能率も第二號に説明することにして、本號にては剪力を説明しやうと思ふ。

剪　力 Shearing force

梁が荷重を受けて下の方へ彎曲する時、彎曲する作用の大小は曲能率によつて表はされるが、梁の方から云へば曲げられるのだから、梁の上端の方は長さが縮まつて、下端の方は長さが延びることになるから、梁には無理が出來る。所が無理が出來ても梁が絶對に肌離れせぬ材料ならば、折れる迄は平氣で曲るものである。けれども建築材料では曲つて折れる前に材料の肌離れで圖のやうに破壞することがある。此の破壞は剪

力の爲め肌離れするからである。之を圖解すれば



甲圖は梁が荷重の爲めに垂直に肌離れ即ち辷り剪られた圖で、乙圖は梁が荷重のために木材ならば木目に沿ふて水平に肌離れ即ち辷り剪られた圖である。斯様に剪力には水平剪力と垂直剪力との二つがある。勿論梁に荷重が架かれば、その荷重に相當する水平垂直の二剪力は常に働いて居るものである。故に梁は荷重を受けると曲能率が起きて、その結果折れて破壊するか剪力によつて肌離れして破壊するかするものである。

曲能率は一定の荷重では梁間が大となれば大となる程破壊力が大きくなるが、剪力は梁間の大小を問はず荷重の大小によつて破壊力が變化するものである。

即ち梁が曲能率のため折れる場合には、荷重の大さにも多少は關係するが、最も折れる原因となるものは梁間の長さことである。又梁が剪力によりて肌離れする場合は全く荷重の大さに關係するものである。故に梁間長き梁は曲能率により折れ、梁間短く荷重特に大なる梁は剪力により破壊すると云ふてもよいのであ

る。一般に梁としては曲能率によつて折れる場合が多く、曲能率に堪ね得れば、大抵の場合剪力に堪え得られるものであるが、梁を設計する時は先づ曲能率を計算して、之に堪ね得るものなれば、尙その大さで剪力に堪ね得るや否やを檢する必要がある。

梁に荷重が働けば必ず剪力が生ずるが、それと同時に梁自身で剪力と相等しき大さに抵抗する力を生ずる。その抵抗する力を應剪力 Shearing Stress と云ふ。つまり梁に剪力を生ずれば、それに相等する應剪力を生ずるから、梁が平衡を保つて肌離れせぬが、剪力の方は外力だから荷重が大きくなればいくらでも大きくなるが、應剪力の方は梁自身が有する抵抗力だから、剪力に應じて或る程度迄は大きくなつてゆくが、一定の制限がある。その制限を越ゐるやうな剪力が働けば梁は剪力のため破壊される。梁を設計するには取り敢へずどれだけの荷重で、どれだけの剪力が梁に働くか計算せねばならぬ。

實驗の結果垂直剪力と水平剪力の大さは互に相等しいことは知られて居る。

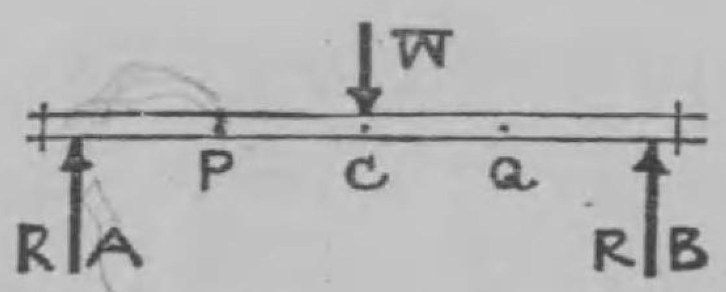
剪力の算定 Calculation of Shear

曲能率は點に働くが、剪力は平面に働くものである。故に剪力の計算では常に梁の垂直斷面を考へる。

定理‥‥兩端支へられたる梁の或る斷面に於ける剪力の大さは、右か左かの最も近き支端部に於ける反力と、右か左かの最も近い支端部と求むる斷面との間にある荷重との差に等しく且つ最大曲能率の起る斷面の剪力は零なり。

1. 兩端支へられたる梁の中央集中荷重の場合

剪力の大さを表すはすには V を以てす。一般に剪力は支端部にても最大で、曲能率の最大である部分の斷面にては零となる。即ち最大剪力は反力の大さに等しいものである。



今試みに此の場合の剪力を求むれば左右支端部即ち A 及 B 斷面の剪力

$V_A = V_B = R_A$ 又は R_B

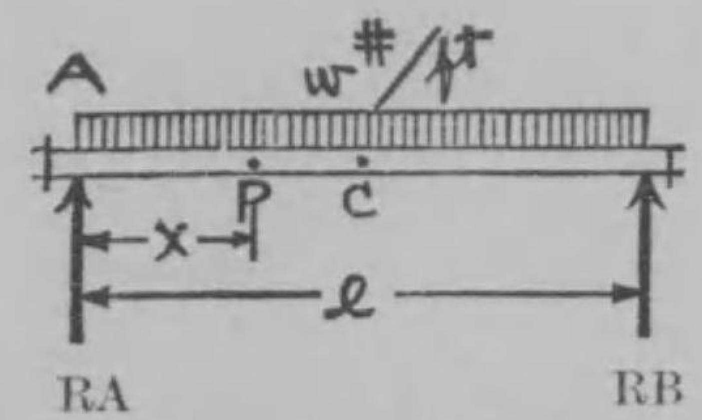
$= \frac{W}{2}$

何となれば反力のみで差引くべき荷重なきためである。又C點の剪力は定理により0である。

任意の點Pの剪力は最も近い支端部左の方を考ふれば反力のみで差引く荷重なきため $V_P = R_A = \frac{W}{2}$

又任意の點Qの剪力は、最も近い支端部右の方を考へて $V_R = R_B = \frac{W}{2}$

2. 兩端支へられたる梁の等布荷重の場合



左及右支端部A及B斷面の剪力は最大で $V_A = V_P = R_A = R_B = \frac{w.l}{2}$ 中央部の斷面Cの剪力は0である。

任意の斷面Pの剪力は定理により最も近い支端部左を考ふれば

$$V_P = R_A - w.x = \frac{w.l}{2} - w.x$$

此の場合曲能率を求むるには右の方を考へてもよいが、剪力ではその斷面に近い支端部である左の方を考へねばならない。

剪力を求むるのは曲能率を求むるよりも簡單で、且最大剪力は反力に等しき故以下説明を省略する。故に會員諸君は、各自前記曲能率の計算より判斷していただきたい。

終り。

華城會同人代表者
工學士　井上新二
八木幸次郎

大正十二年十月二十五日印刷
大正十二年十一月一日發行
{非賣品}

大阪府東成郡田邊町
發行兼編輯人
兼印刷人　楠瀬　澈

大阪市東區糸屋町二ノ一九
發行所　華城會事務所
振替口座大阪二五〇八九番

외나기
15

終