

工業科「建築構造設計」学習指導案

教育実習生：

指導教諭：

1. 実施日時 令和7年10月3日（金）5校時
2. 実施クラス 第2学年建築科36名（男子23名、女子13名）
3. 授業場所 第2学年建築科HR教室（A棟4F）
4. 使用教材 教科書 建築構造設計（7実教 工業748 実教出版）
準拠問題集 基礎から学ぶ建築構造設計（実教出版）（生徒配布なし）
5. 単元名 第1章「構造物に働く力」
3節「構造物と荷重および外力」

6. 単元について

（1）単元観

本単元「構造物に働く力」では、建築物に作用する様々な力（荷重および外力）の基本的な知識を習得し、実際の構造物を合理的に設計する上で不可欠な基礎的事項について学ぶ。力の性質や計算方法を理解することは、安全な建築物を設計するための科学的根拠となり、今後のすべての構造計算の土台となる極めて重要な学習項目である。

（2）生徒観

入学してきた生徒たちは、専門分野に対する興味の度合いや学習意欲、基礎学力には個人差が見られる。特に、中学校までに学ぶ数学（図形、比の計算など）への苦手意識から、計算問題に対して抵抗を感じる生徒もいる。発展的な内容に進むには、反復学習を取り入れながら、理解の早い生徒と時間のかかる生徒とのバランスを考慮した指導が求められる。抽象的な理論だけでなく、視覚的な資料や具体的な演習を通して、生徒の知的好奇心を引き出し、主体的な学びに繋げる工夫が必要である。

（3）指導観

本単元は、安全で合理的な建築物をつくる構造設計を行う上で、最も基礎的な学習内容である。そのため、力の種類や性質の理解（知識）と、それを用いた計算（技能）が確実に定着するよう指導する。本質的な理解を苦手とする生徒にも配慮し、複雑な現象を単純な要素に分解して考えるプロセスを丁寧に解説することで、構造設計の基本的な考え方への興味・関心を高め、理解を深めたい。また、本校卒業後に目指す2級建築士などの資格試験にも対応できる基礎学力を養成する。

7. 単元の目標

- ① 建築物に作用する荷重と外力に関する基本的な内容を理解し、荷重の性質を説明できる。【知識・技能】
- ② 荷重の作用状態を図や式を用いて力学的に思考し、根拠をもって判断・表現することができる。【思考力・判断力・表現力】
- ③ 安全で安心な構造物の設計に関心を持ち、主体的かつ協働的に課題解決に取り組むことができる。【学びに向かう力・人間性等】

8. 単元の評価基準

| 観点 | 知識・技能 【A】 | 思考・判断・表現 【B】 | 主体的に学習に取り組む態度 【C】 |
|-------|--|--|--|
| 単元の評価 | <p>○荷重や外力の種類と性質を理解している。</p> <p>○様々な分布荷重について、その合力の大きさとその作用位置を基本的な手順に従って計算できる。</p> | <p>○複雑な分布荷重の計算において、既習の知識（図形の面積・重心、パリティの定理）を活用し、どのようにして単純な力に合成すればよいか判断している。</p> <p>○計算過程を図や数式を用いて、論理的に表現している。</p> | <p>○力の基本的な事柄や性質に関心を持ち、構造計算の課題に意欲的に取り組もうとしている。</p> <p>○計算に行き詰った際も、友人や教員と協働しながら解決しようとしている。</p> |

9. 単元の指導と評価の計画（全 20 時間）

第 1 章「構造物に働く力」

1 節「建築物に働く力」

1. いろいろな建築物 (1/3 時間)
2. 建築物には働く力 (1/3 時間)
3. 力学的に見た建築物 (1/3 時間)

2 節「力の基本」

1. 力 (6 時間)
2. 力の合成と分解 (6 時間)
3. 力の釣合い (3 時間)

3 節「構造物と荷重および外力」

1. 支点と節点 (1 時間)
2. 荷重および外力 (3 時間) ← 本時の内容

| 時間 | 学習活動および内容 | 評価の観点 | | | 評価方法 |
|----------------|--|--------|--------|--------|------------------------|
| | | 知 | 思 | 主 | |
| 第 17 時 | <p>3 節 構造物と荷重および外力</p> <p>1. 支点と節点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造物の支点と節点の役割が説明できる。 ・支点、節点の種類と特徴を理解し、記号であらわすことができる。 | ○ ○ | | ○ | 学習観察 |
| 第 18 時 | <p>2. 荷重および外力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷重の種類を理解し、図と用語を結びつける。 ・等分布荷重の例題が理解できる。 | ○ ◎ | ○ | ○ | 学習観察 |
| 第 19 時 | <ul style="list-style-type: none"> ・単純な等分布荷重の合力の大きさとその作用位置を求めることができる。 | ◎ | ○ | | 机間巡視 例題、問 |
| 第 20 時 【本時】 | <ul style="list-style-type: none"> ・複雑な分布荷重（大きさの異なる等分布荷重の組み合わせ、等分布+等変分布）の計算方法を理解する。 ・節末問題の演習を通して、応用力を高める。 | ○ ◎ | ◎ ◎ | ○ ◎ | 机間巡視 追加プリント 節末問題 |

10. 本時の展開

(1) 本時の目標 (全 20 時間中の 20 時間目)

複雑な分布荷重について、計算可能な単純な分布荷重 (長方形や三角形) に分解して合力の大きさを求め、バリニオンの定理を用いて作用位置を計算することができる。

(2) 本時の評価規準

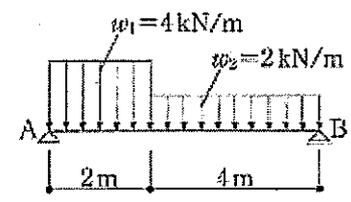
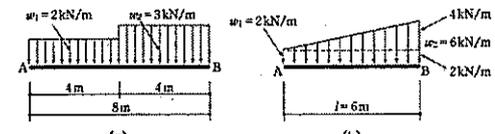
- ・ 大きさの異なる分布荷重や、等分布荷重と等変分布荷重が組み合わさった複雑な荷重について、バリニオンの定理を用いて合力の大きさと作用位置を計算することができる。【知識・技能】
- ・ 複雑な分布荷重を、計算可能な単純な分布荷重 (長方形や三角形) に自ら分解し、どのように計算すればよいか筋道を立てて考えることができる。【思考・判断・表現力】
- ・ 演習課題に対して意欲的に取り組むとともに、分からない部分については、友人や教員と関わりながら主体的に解決しようとしている。【主体的に学習に取り組む態度】

(3) 指導的配慮事項

計算が苦手な生徒にも配慮し、例題の解説では計算過程の丁寧な板書や色チョークによる視覚的な補助を行い、直感的な理解を促す。演習中は机間巡視を通して、つまづいている生徒には個別指導を行う一方、早く終えた生徒には追加の問題を与えるなど、学習が停滞しないよう配慮する。また、協働学習の機会も設け、生徒同士の教え合いによる学びの深化を支援する。

(3) 本時の授業展開

| 段階 | 学習内容・学習活動 | 指導上の留意点 | 評価方法【観点】 |
|-----------|---|---|--|
| 導入 10分 | <p>1 前時の復習</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 前回の「単純な等変分布荷重の合力の大きさ」と「分布荷重における作用位置の求め方」のまとめを板書し、復習する。 <p>2 本時の目標の提示</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「大きさの異なる等分布荷重」や「等分布荷重と等変分布荷重の組み合わせ」といった複雑な荷重の図を提示する。 ・ 「これらの合力の作用位置は、バリニオンの定理を使って計算で求めることができる」と伝え、本時の学習目標を明確にする。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 単純な分布荷重 (重心位置が自明) と、本時で学ぶ複雑な分布荷重との違いを明確にし、なぜバリニオンの定理が必要になるのかを意識させる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 復習内容への生徒の反応から、既習事項の定着度を確認する。 |

| | | | |
|--------------------|--|---|---|
| <p>展開① 8分</p> | <p>3 追加問題解説</p> <ul style="list-style-type: none"> ・節末 (a) 「大きさの異なる等分布荷重の組み合わせ」問題について、準拠問題集の類題を用いて、合力の大きさと作用位置の求め方を黒板で解説する。 <p>追加) 次の構造物に作用する等分布荷重の合力 W と、その作用位置をバリニオンの定理を用いて求めよ。</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ・例題の解説では、荷重を単純な図形に「分解」する過程を色チョークなどで視覚的に分かりやすく示す。 | <ul style="list-style-type: none"> ・節末問題を解くうえで必要な知識を説明し、生徒の反応から理解力を確認する。 |
| <p>展開② 17分</p> | <p>4 節末問題演習</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教科書の節末問題に取り組みさせる。 ・節末 (b) 「等分布荷重と等変分布荷重の組み合わせ」問題は、類題等の用意や解説をせず、まずは生徒自身の力で考えさせる。 <p>節末問題</p> <p>1. 図6(a), (b)に示す分布荷重の合力の大きさと作用位置を求めなさい。</p>  <p>図6 問題1</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・演習中は積極的に机間巡視を行い、ヒントを与えながら生徒の思考を促す。 ・生徒間の教え合いは推奨するが、無関係な私語で盛り上がらないよう注意を払い、学習の雰囲気を維持する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・演習問題への取り組み状況やノートの記述内容で、【A】や【B】を評価する。 ・生徒間の教え合いの様子から、【C】を評価する。 |
| <p>まとめ 15分</p> | <p>5 単元まとめプリント演習</p> <ul style="list-style-type: none"> ・3節「構造物と荷重および外力」の内容をテスト風にまとめたプリントを配布し、取り組ませる。 ・解答を確認する際、多くの生徒を指名し、答えさせる。 <p>6 次時の学習内容の予告 (時間が余れば実施)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生徒に前に出てきてもらい、「反力」に関する簡単なデモンストレーションを行い、次時に学習する「反力」の概念について、直感的なイメージを持たせる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・プリントの答え合わせでは、できるだけ多くの生徒を指名し、クラス全体の理解度を確認するとともに、参加意識を高める。 ・反力の導入は、あくまで時間に余裕がある場合とし、本時の内容の定着を最優先する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・まとめプリントの正答率で、単元全体の【A】の定着度を評価する。 ・指名した際の応答内容で、理解度を評価する。 |

(5) 準備物

教科書「建築構造設計」(実教出版)、板書ノート、3節まとめプリント(配布用問題・解答)

構造物の設計は、構造物の実状に合う仮定や条件を設定して進めることがたいせつである。

ここでは、構造物を合理的に設計するうえで必要な構造物と荷重および外力に関する基礎的なことについて学ぶ。

1 支点と節点

構造物は、部材の構成や形状、またはその接合方法などから、梁・トラス・ラーメン・アーチなどに分類される(図1)。

これらの骨組を支える点を支点^①といい、骨組を構成する部材相互の接合点を節点^②という。

支点および節点は、構造物が安定して、しかも安全に維持されるうえでとても重要な働きをしている。

- ① supporting point
- ② node

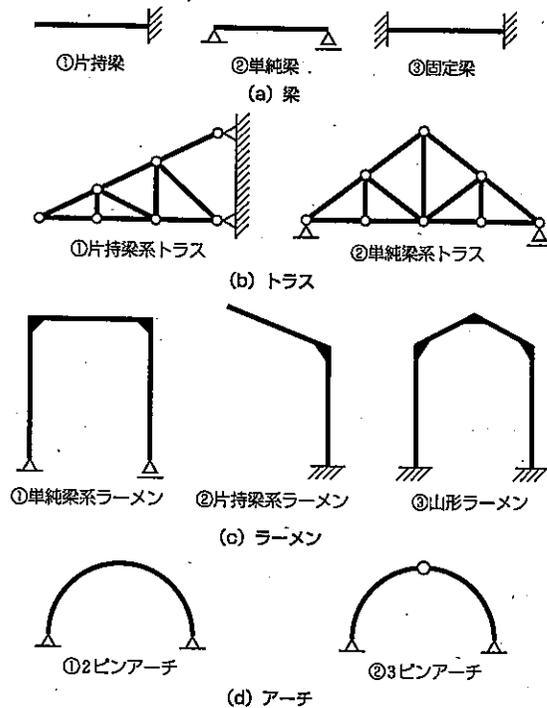


図1 各種の構造物

1 支点

構造物の骨組を支える支点には、表1のように移動支点(ローラー支承^①)、回転支点(ピン支承^②)、固定支点(固定端^③)の3種類がある。

- ① pin roller support
- ② pin support
- ③ fixed end

表1 支点の種類

| | 移動支点(ローラー支承) | 回転支点(ピン支承) | 固定支点(固定端) |
|-----|---|--|---|
| 写真 | | | |
| 概念図 | | | |
| 記号 | | | |
| 特徴 | <ul style="list-style-type: none"> ・水平移動=可 ・鉛直移動=不可 ・回転=自由 支えられる方向は1方向のみ | <ul style="list-style-type: none"> ・水平移動=不可 ・鉛直移動=不可 ・回転=自由 支えられる方向は2方向 | <ul style="list-style-type: none"> ・水平移動=不可 ・鉛直移動=不可 ・回転=不可 完全に固定、回転にも抵抗 |

- ① pin node, hinge
- ② rigid joint

2 節点 (表2).

骨組を構成する部材相互の節点には、ピン節点^①(滑節点)と剛節点^②の二つがある

表2 節点の種類

| | ピン節点(滑節点) | 剛節点 |
|-----|--|--|
| 写真 | | 鋼構造の例 |
| 概念図 | | 大梁 鉄筋コンクリート構造の例 柱 |
| 記号 | | |
| 特徴 | 部材どうし、その節点上でたがいの回転は自由。節点上で部材間の角度が変化する。節点は上下左右に同じだけ移動する。ピンまたはヒンジともいう。 | 部材どうし、節点上でたがいに同一の回転を起こす。節点上で部材間の角度は変わらない。節点は上下左右に同じだけ移動する。 |

2 荷重および外力

構造物に働く荷重および外力を矢印を用いて表す場合、その荷重および外力の働く状態をわかりやすく表示する必要がある。

ここでは、それぞれの荷重および外力の働く状態やその表示のしかたなどについて学ぶ。

- ① 荷重および外力の種類と表示の仕方
- 荷重および外力は、その働く状態から表3のように分類される。

表3 荷重および外力

| | 作用状態(特徴) | 記号 | 単位 | 荷重および外力 |
|----------------------|---------------------|--------|-------------|---------|
| 集中荷重 ^① | 部材の1点に集中して作用する。 | P, W | N kN | |
| 等分布荷重 ^② | 部材に均等に分布して作用する。 | w | N/m kN/m | |
| 等変分布荷重 ^③ | 大きさが一定の割合で変化して作用する。 | w | N/m kN/m | |
| モーメント荷重 ^④ | 部材の1点にモーメントで作用する。 | M | N·m kN·m | |
| 移動荷重 ^⑤ | 部材の上を移動しながら作用する。 | P | N kN | |

例題1 図2に示す、等分布荷重の合力の大きさと、その作用位置を求めよ。

解答… 合力の作用位置は中央で、その大きさは
 $W = 2 \times 6 = 12 \text{ kN}$

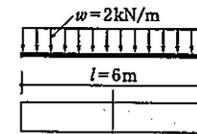


図2 例題1

例題2 図3に示す、等変分布荷重の合力の大きさと、その作用位置を求めよ。

解答… 合力の作用位置は分布荷重の重心位置で、その大きさは

$$W = \frac{3 \times 6}{2} = 9 \text{ kN}$$

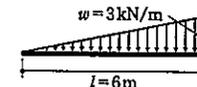


図3 例題2

問1 図4(a), (b)に示す分布荷重の合力の大きさWとその作用位置を求めよ。

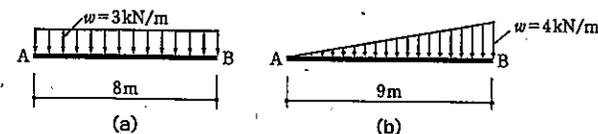


図4 問1

- ① concentrated load
- ② uniformly distributed load
- 梁の自重や積雪荷重などがその例である。
- ③ uniformly varying load
- 土圧・水圧などがその例である。
- ④ moment
- ⑤ moving load
- 工場の天井クレーンなどによる荷重がその例である。

2 荷重の作用のしかた

荷重の作用のしかたにはいろいろあるが、ここでは、図5を例に木構造の梁床の場合について学ぶ。

① 鉄筋コンクリート構造の床荷重は第6章(p.190)で、また、鋼構造の床荷重(屋根荷重)は第7章(p.234)で学ぶ。

梁床に働く荷重は、梁・床などの固定荷重と人間・物品などの積載荷重である。床荷重は、ふつう単位面積あたりの荷重で計算される。この荷重は直下の根太に等分布荷重として働く。

1本の根太の分担範囲は図5(b)のACDBの部分である。このうちEGHF部分の荷重は、根太を支えている小梁に根太を介して集中荷重 P として働く。各根太から小梁に伝えられる集中荷重 P は、図5(b)のように、小梁を通して大梁に伝達される。

大梁に伝達された荷重は、さらに柱・土台・基礎へと伝わり、最終的には地盤によって支えられる。

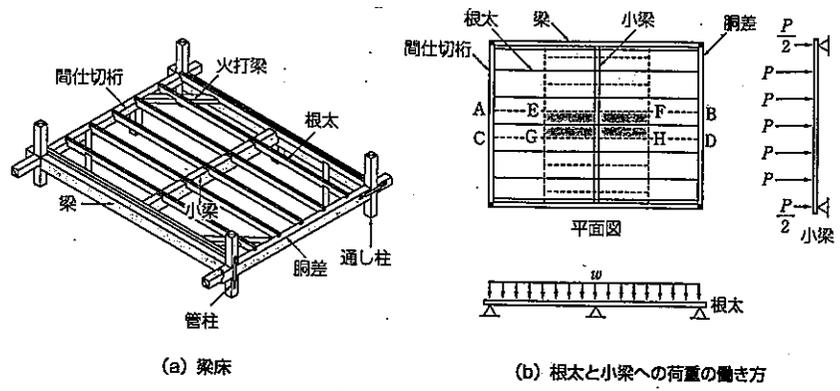


図5 木構造梁床の荷重

節末問題

1. 図6(a), (b)に示す分布荷重の合力の大きさと作用位置を求めなさい。

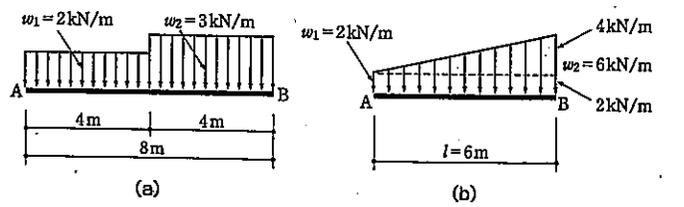


図6 問題1

4 節 反力

構造物に外力が働くとき、それに対応して構造物の支点到に力が生じ、構造物全体は静止の状態を保つ。この支点到に生じる力は、構造物に働く外力と釣り合っている。すなわち、構造物の支点到に生じる力は、構造物に働く外力とともに、力の釣合条件により求めることができる。ここでは、反力とその求め方について学ぶ。

1 反力

構造物に働く外力に対応して、支点到に生じる力を反力 R という。
すでに学んだように、支点的の構造は、構造物を安全に支えるために支持部分の移動や回転を拘束している。つまり、構造物を拘束することによって反力が生じるのである。

構造物の支点到に生じる反力は、外力の働きや支点的の支持方法によって、図1のようになる(p.31, 表1参照)。

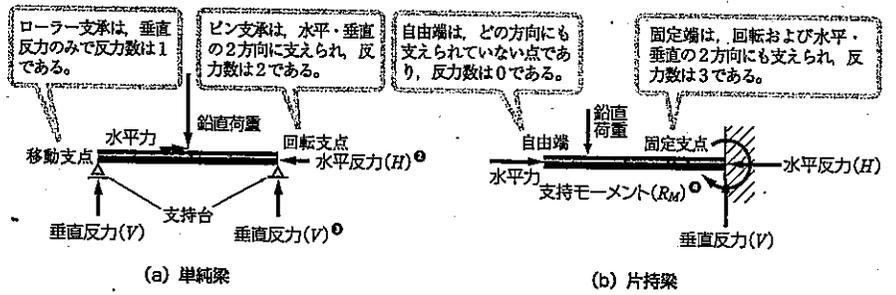


図1 各支点到に生じる反力

図2 図2の構造物の各支点的の名称をかき、各支点到に生じる反力数を求めよ。

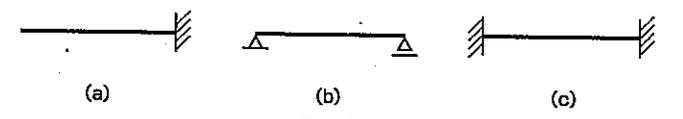


図2 問題2

② H は horizontal reaction (水平反力)の頭文字。
③ V は vertical reaction (垂直反力)の頭文字である。
④ R_M は, reaction momentの頭文字である。

2 反力の求め方

構造物の反力の大きさおよび方向と向きは、外力の働きや支点的の支持の方法により決まる。その求め方には図式解法と算式解法とがある。

第3節「構造物と荷重および外力」

実施日： 月 日 氏名： 得点

(100点満点)

1. 支点の3種類についての表を埋めなさい。(2点×6)

| 名称 | ローラー支点 | ピン支点 | 固定支点 |
|-------------|--------|------|------|
| 記号と反力 | | | |
| 支えることができる方向 | | | |

2. 節点の2種類についての表を埋めなさい。(2点×4)

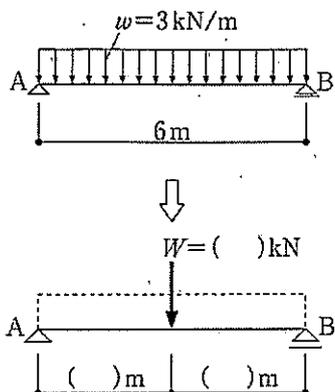
| 名称 | ピン接点 | 剛接点 |
|----|------|-----|
| 記号 | | |
| 特徴 | | |

3. 荷重および外力の5種類についての表を埋めなさい。(3点×15)

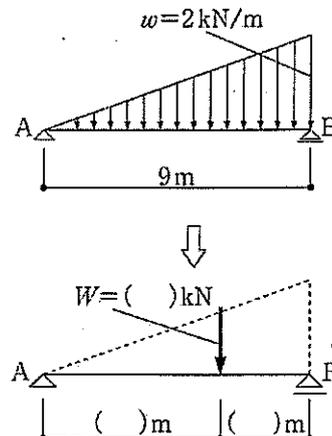
| 荷重の種類 | 特徴 | 記号と単位 | 表記の仕方 |
|---------|----|-------|-------|
| 集中荷重 | | | |
| 等分布荷重 | | | |
| 等変分布荷重 | | | |
| モーメント荷重 | | | |
| 移動荷重 | | | |

4. 以下の2種類の分布荷重に関して、それぞれの合力 W の大きさとその作用位置を求めよ。(4点×4)

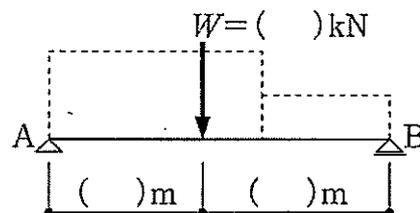
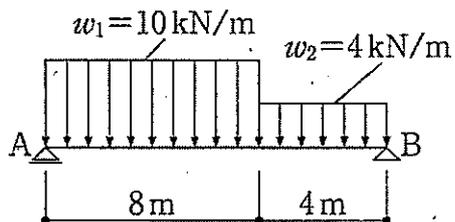
(1)



(2)



5. 次の構造物に働く等分布荷重の合力 W と、その作用位置を求めよ。(4点、5点)

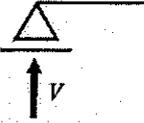
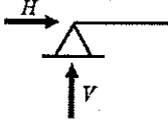
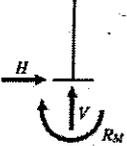


第3節「構造物と荷重および外力」

実施日：10月 3日 氏名： 解 答 得点 100

(100点満点)

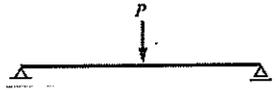
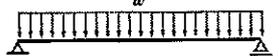
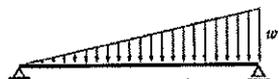
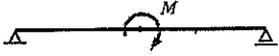
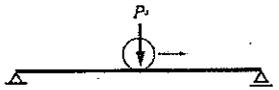
1. 支点の3種類についての表を埋めなさい。(2点×6)

| 名称 | ローラー支点 | ピン支点 | 固定支点 |
|-------------|---|---|---|
| 記号と反力 |  |  |  |
| 支えることができる方向 | 鉛直 | 鉛直、水平 | 鉛直、水平、回転 |

2. 節点の2種類についての表を埋めなさい。(2点×4)

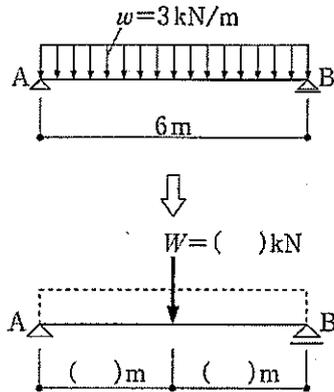
| 名称 | ピン接点 | 剛接点 |
|----|---|---|
| 記号 |  |  |
| 特徴 | 自由に角度を変えられる | 部材が変形しても接合部の角度は変化しない |

3. 荷重および外力の5種類についての表を埋めなさい。(3点×15)

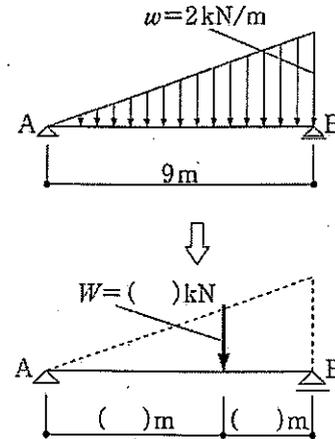
| 荷重の種類 | 特徴 | 記号と単位 | 表記の仕方 |
|---------|-------------------|----------------|---|
| 集中荷重 | 1点集中の力 | P[kN] W[kN] |  |
| 等分布荷重 | 均等に分布した力 | w[kN/m] |  |
| 等変分布荷重 | 大きさが等しい割合で変化している力 | W[kN/m] |  |
| モーメント荷重 | 部材の1点にかかるモーメント | M[kN・m] |  |
| 移動荷重 | 移動しながらかかる力 | P[kN] |  |

4. 以下の2種類の分布荷重に関して、それぞれの合力 W の大きさとその作用位置を求めよ。(4点×4)

(1)



(2)



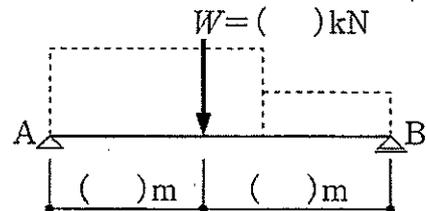
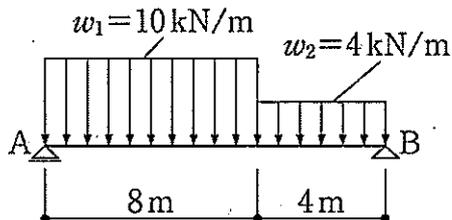
(1) 合力 $W = 3 \text{ [kN/m]} \times 6 \text{ [m]} = 18 \text{ [kN]}$

また、作用位置は中央 (A,B 点から 3m の位置)

(2) 合力 $W = 2 \text{ [kN/m]} \times 9 \text{ [m]} \div 2 = 9 \text{ [kN]}$

また、作用位置は A 点から 6m の位置 (A 点から 3m の位置)

5. 次の構造物に働く等分布荷重の合力 W と、その作用位置を求めよ。(4点、5点)



左側の合力 $W_1 = 10 \text{ [kN/m]} \times 8 \text{ [m]} = 80 \text{ [kN]}$ (作用位置は A 点から 4m の位置)

右側の合力 $W_2 = 4 \text{ [kN/m]} \times 4 \text{ [m]} = 16 \text{ [kN]}$ (作用位置は A 点から 10m の位置)

求める合力 $W = W_1 + W_2 = 80 \text{ [kN]} + 16 \text{ [kN]} = 96 \text{ [kN]}$

バリニオンの定理より、A 点から合力 W までの距離 r は

$$96 \text{ [kN]} \times r = 80 \text{ [kN]} \times 4 \text{ [m]} + 16 \text{ [kN]} \times 10 \text{ [m]}$$

したがって、 $r = 5 \text{ [m]}$ (A 点から 5m の位置)