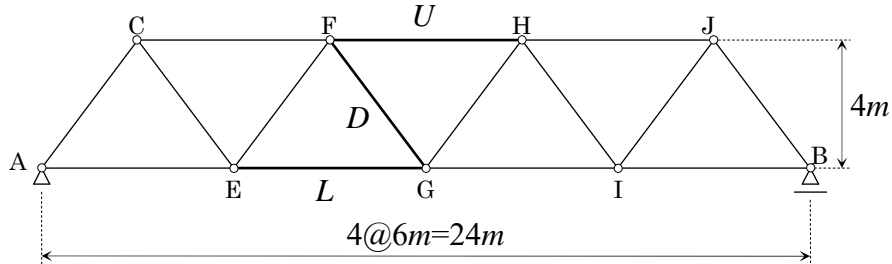


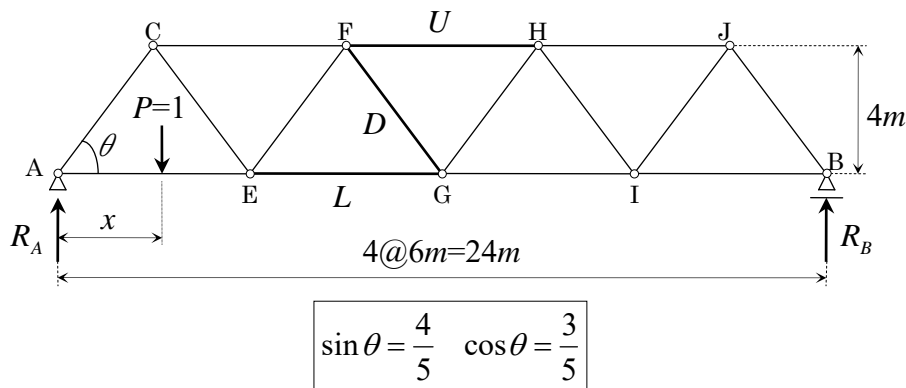
【問題 II-T-2】 下図に示すワーレントラスについて、

- a) 下弦載荷の場合の部材力 U , L , D の影響線を描き、必要な縦距を与えよ。
- b) 死荷重 4 kN/m と集中荷重 20 kN が作用するときの部材力の最大値 U_{\max} , L_{\max} , D_{\max} を求めよ。



【解答】

- a) 下弦載荷の場合の部材力 U , L , D の影響線を描き、必要な縦距を与えよ。



まず、上図のように A 点から x の位置に単位集中荷重 P が作用するときの支点反力の影響線を求める。

B 点回りのモーメントの釣合より、 $24R_A = P(24 - x)$

A 点回りのモーメントの釣合より、 $24R_B = Px$

$$\therefore R_A = 1 - \frac{x}{24} \quad , \quad R_B = \frac{x}{24}$$

次に、単位集中荷重 P が作用する位置 x によって、以下のように3つに区分して部材力 U , L , D の影響線を求める。

1) $0 \leq x \leq 6m$ のとき、

G 点回りのモーメントの釣合から、

$$4U + 12R_A = P(12 - x)$$

$$\therefore 4U = 12 - x - 12 + \frac{12}{24}x = -\frac{x}{2} \quad \therefore U = -\frac{x}{8}$$

F 点回りのモーメントの釣合から、

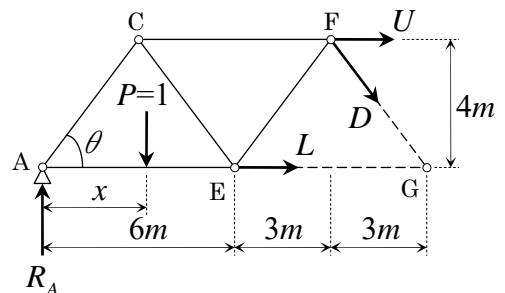
$$4L + P(9 - x) = 9R_A$$

$$\therefore 4L = 9 - \frac{9}{24}x - 9 + x = \frac{15}{24}x = \frac{5}{8}x$$

$$\therefore L = \frac{5}{32}x$$

鉛直方向の力の釣合から、

$$D \sin \theta + P = R_A \quad \therefore \frac{4}{5}D = 1 - \frac{x}{24} - 1 = -\frac{x}{24} \quad \therefore D = -\frac{1}{24} \cdot \frac{5}{4}x = -\frac{5}{96}x$$



2) $12m \leq x \leq 24m$ のとき、

G 点回りのモーメントの釣合から、

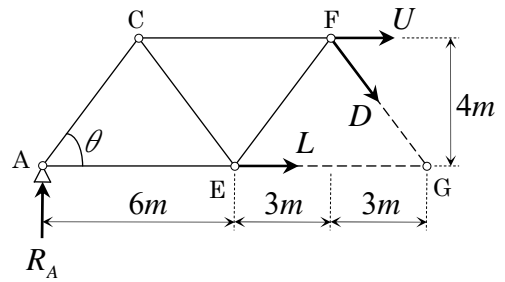
$$4U + 12R_A = 0 \quad \therefore U = -3R_A = -3 - \frac{x}{8}$$

F 点回りのモーメントの釣合から、

$$4L = 9R_A \quad \therefore L = \frac{9}{4} \left(1 - \frac{x}{24}\right)$$

鉛直方向の力の釣合から、

$$D \sin \theta = R_A \quad \therefore D = \frac{5}{4} \left(1 - \frac{x}{24}\right)$$



3) $6m \leq x \leq 12m$ のとき、

G 点回りのモーメントの釣合から、

$$4U + 12R_A = \frac{12-x}{6} P \cdot 6$$

$$\therefore 4U = 12 - x - 12 + \frac{12}{24} x = -\frac{x}{2}$$

$$\therefore U = -\frac{x}{8}$$

F 点回りのモーメントの釣合から、

$$4L + \frac{12-x}{6} P \cdot 3 = 9R_A$$

$$\therefore 4L = 9 - \frac{9}{24} x - 6 + \frac{x}{2} = 3 + \frac{x}{8}$$

$$\therefore L = \frac{3}{4} + \frac{x}{32}$$

鉛直方向の力の釣合から、

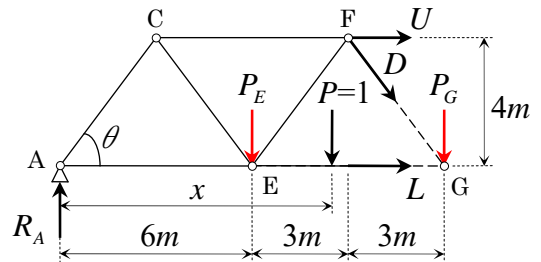
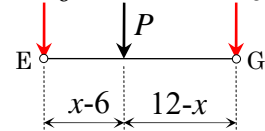
$$D \sin \theta + \frac{12-x}{6} P = R_A$$

$$\therefore \frac{4}{5} D = 1 - \frac{x}{24} - 2 + \frac{x}{6} = -1 + \frac{x}{8}$$

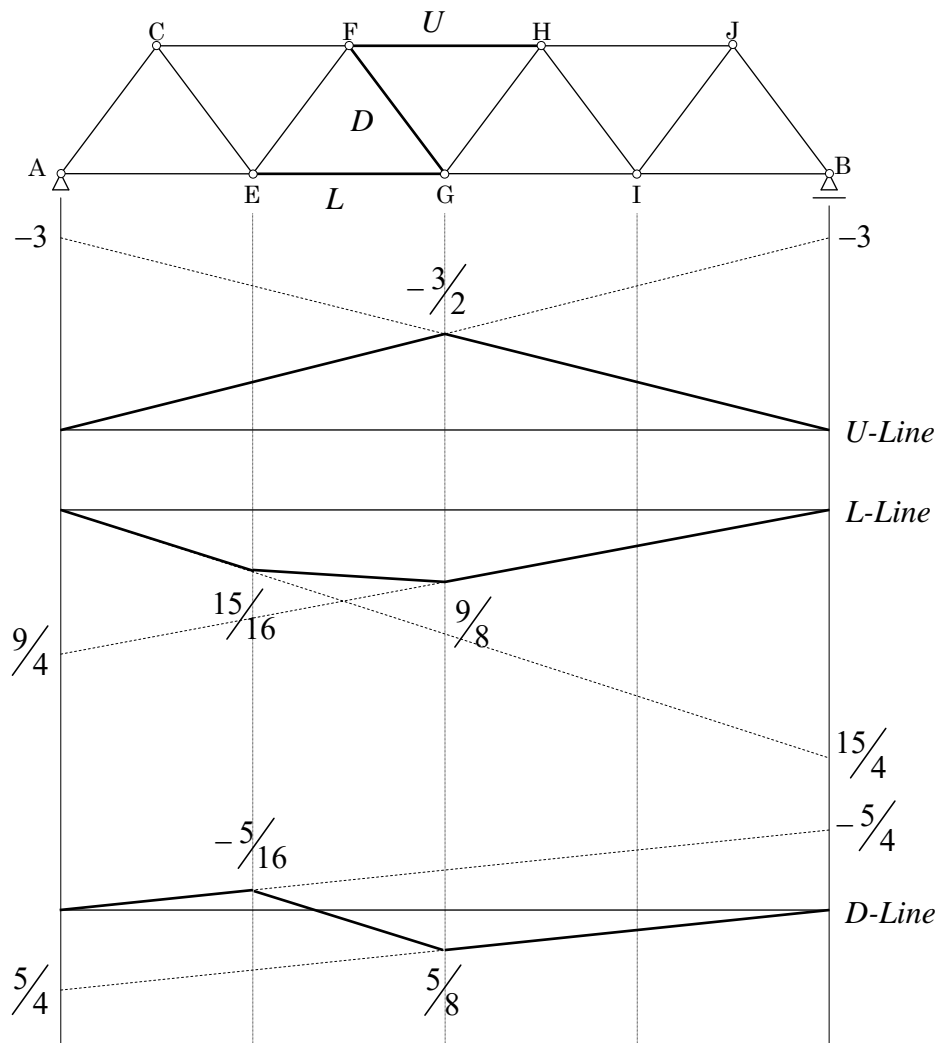
$$\therefore D = -\frac{5}{4} + \frac{5}{32} x$$

格点荷重に分解する。

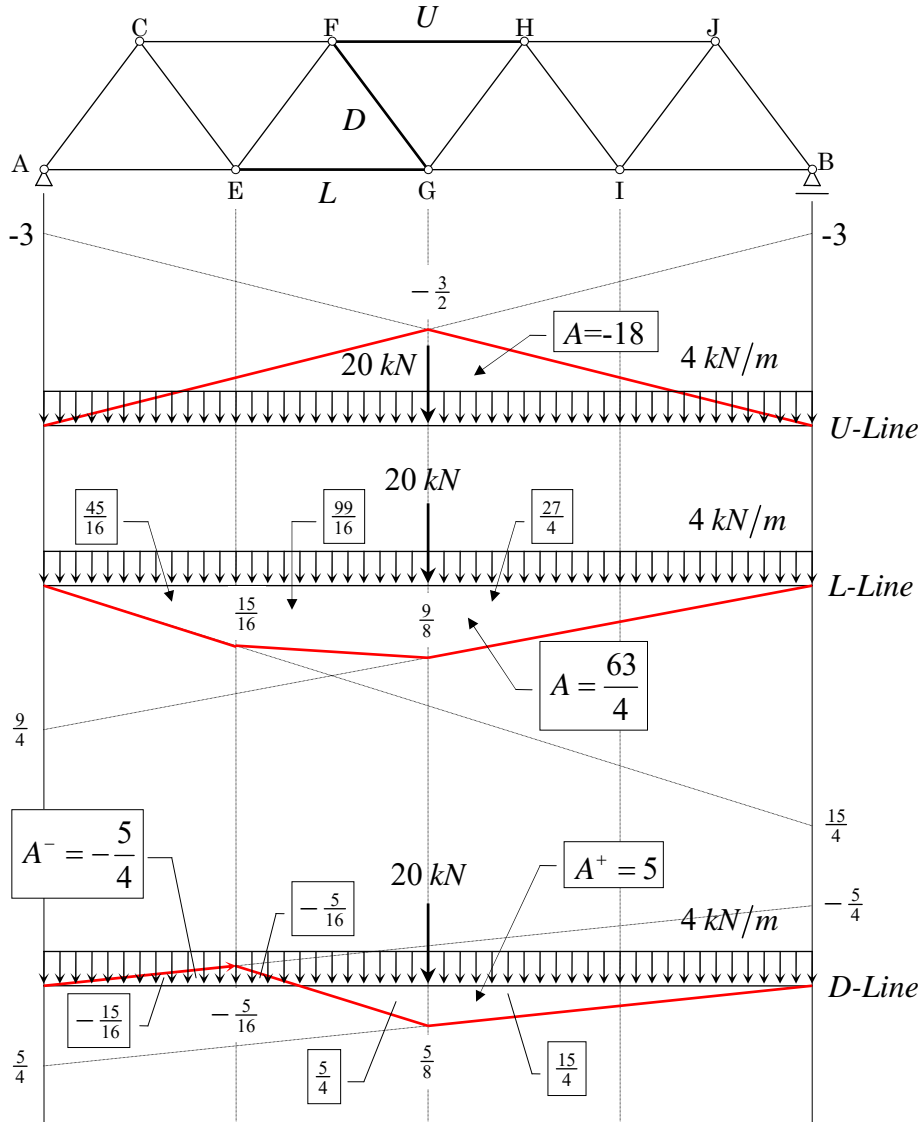
$$P_E = \frac{12-x}{6} P \quad P_G = \frac{x-6}{6} P$$



以上より、部材力 U , L , D の影響線は、下図のようになる。



b) 死荷重 4 kN/m と集中荷重 20 kN が作用するときの部材力の最大値 U_{\max} , L_{\max} , D_{\max} を求めよ。
 上記の影響線を用いて、死荷重 4 kN/m と集中荷重 20 kN が作用するときの部材力の最大値 U_{\max} , L_{\max} , D_{\max} を求めると、以下ようになる。



上図に示したように、集中荷重については G 点の縦距を、死荷重については全スパンに渡る正負の影響面積の合計を用いて、

$$U_{\max} = \left(-\frac{3}{2}\right) \times 20 \text{ kN} + (-18) \text{ m} \times 4 \text{ kN/m} = -30 \text{ kN} - 72 \text{ kN} = -102 \text{ kN}$$

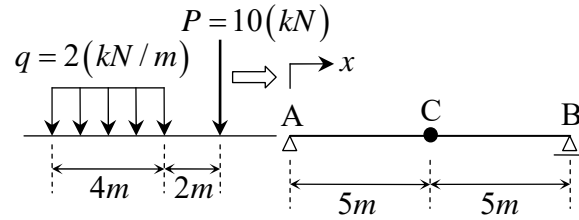
$$L_{\max} = \frac{9}{8} \times 20 \text{ kN} + \frac{63}{4} \text{ m} \times 4 \text{ kN/m} = 22.5 \text{ kN} + 63 \text{ kN} = 85.5 \text{ kN}$$

$$D_{\max} = \frac{5}{8} \times 20 \text{ kN} + \left(5 - \frac{5}{4}\right) \text{ m} \times 4 \text{ kN/m} = 12.5 \text{ kN} + 15 \text{ kN} = 27.5 \text{ kN}$$

$$\therefore \begin{cases} U_{\max} = -102 \text{ kN} \\ L_{\max} = 85.5 \text{ kN} \\ D_{\max} = 27.5 \text{ kN} \end{cases}$$

【問題 IL-SB-2】 下図に示すような“集中荷重 P と等分布荷重 q のセット”（移動荷重）が、単純ばり AB 上を移動するとき、載荷位置による C 点のせん断力 Q と曲げモーメント M の変化を“影響線”を用いて求め、図示せよ。

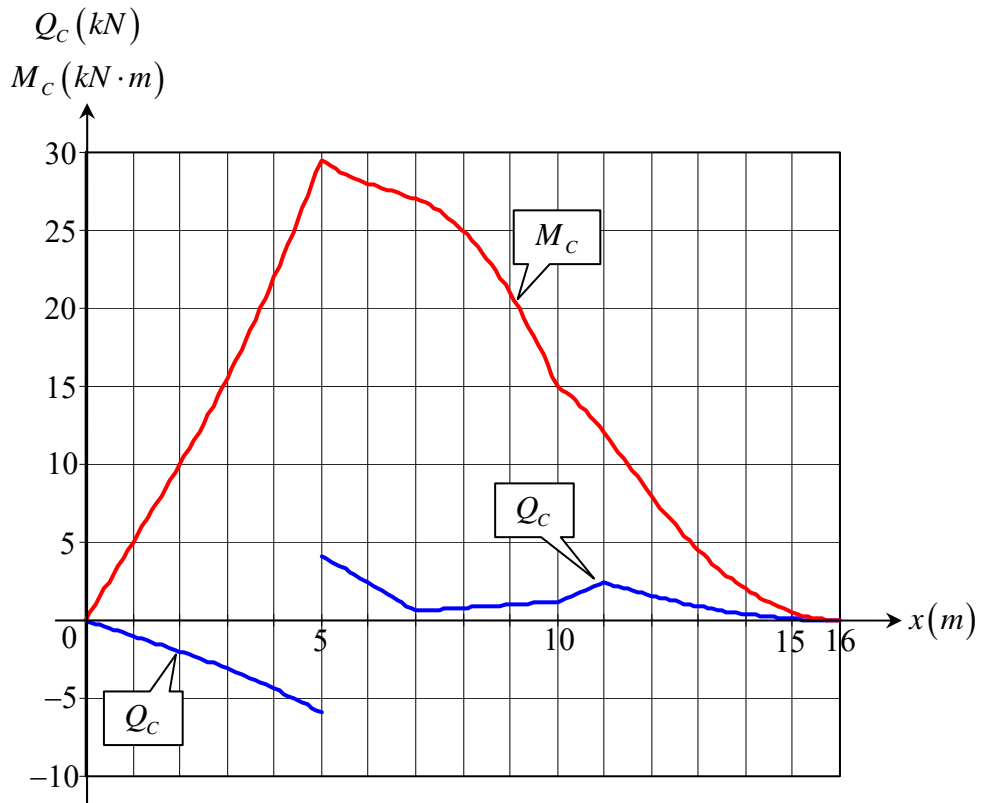
なお、移動荷重は、A 点を原点とする x 軸において、集中荷重 P の位置によって“載荷位置”を表わすものとする。



【解答】

表一移動荷重の載荷位置による C 点のせん断力と曲げモーメントの変化

荷重位置 $x(m)$	せん断力 $Q_c (kN)$			曲げモーメント $M_c (kN \cdot m)$		
	集中荷重 Q_c^p	分布荷重 Q_c^q	合計	集中荷重 M_c^p	分布荷重 M_c^q	合計
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.0	-1.0	0.0	-1.0	5.0	0.0	5.0
2.0	-2.0	0.0	-2.0	10.0	0.0	10.0
3.0	-3.0	-0.1	-3.1	15.0	0.5	15.5
4.0	-4.0	-0.4	-4.4	20.0	2.0	22.0
5.0	-5.0	-0.9	-5.9	25.0	4.5	29.5
5.0	5.0	-0.9	4.1	25.0	4.5	29.5
6.0	4.0	-1.6	2.4	20.0	8.0	28.0
7.0	3.0	-2.4	0.6	15.0	12.0	27.0
8.0	2.0	-1.2	0.8	10.0	15.0	25.0
9.0	1.0	0.0	1.0	5.0	16.0	21.0
10.0	0.0	1.2	1.2	0.0	15.0	15.0
11.0	0.0	2.4	2.4	0.0	12.0	12.0
12.0	0.0	1.6	1.6	0.0	8.0	8.0
13.0	0.0	0.9	0.9	0.0	4.5	4.5
14.0	0.0	0.4	0.4	0.0	2.0	2.0
15.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.5	0.5
16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



図一移動荷重の載荷位置による C 点のせん断力と曲げモーメントの変化

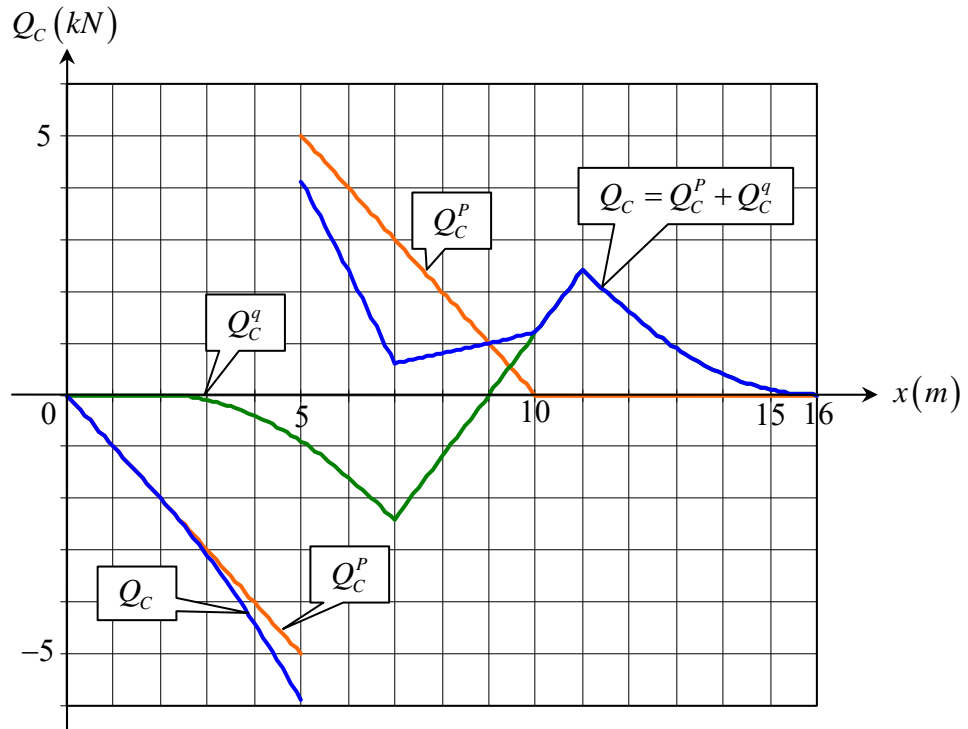


図-1 移動荷重の載荷位置による C 点のせん断力の変化
(集中荷重と等分布荷重に分けて考えた場合)

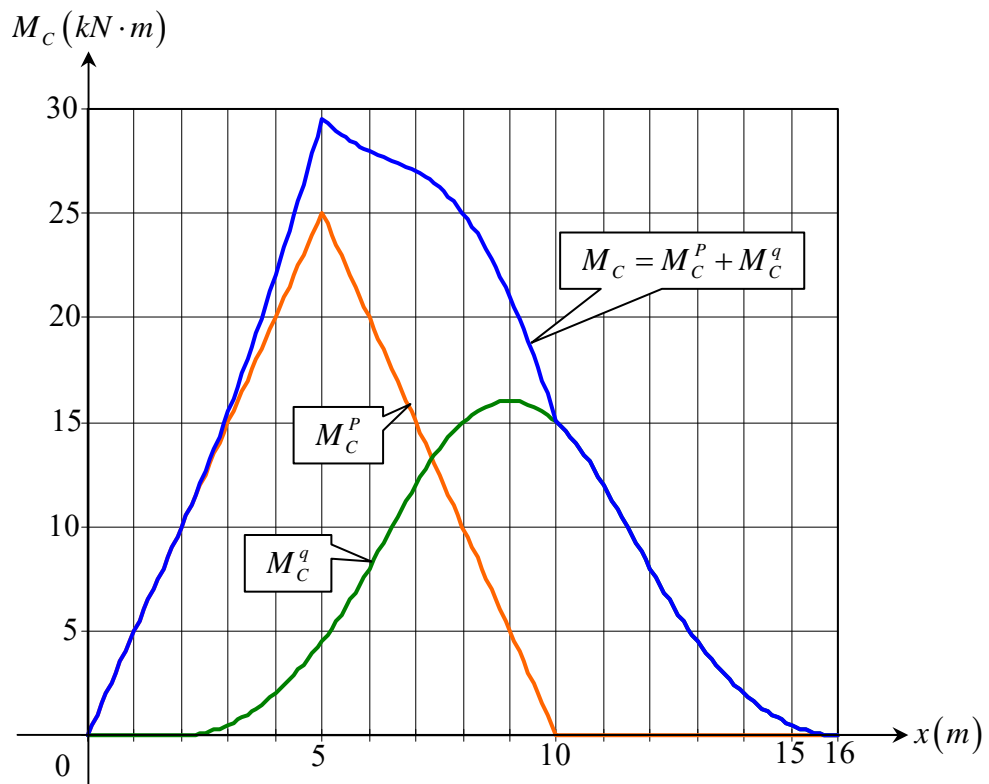


図-2 移動荷重の載荷位置による C 点の曲げモーメントの変化
(集中荷重と等分布荷重に分けて考えた場合)