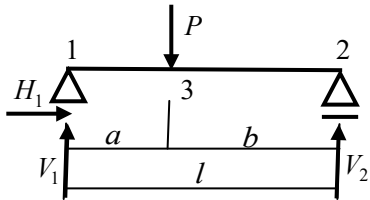




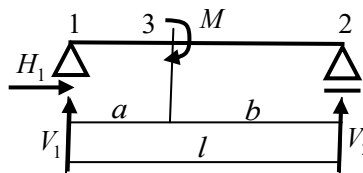
付4話 基本構造の外力を変更して
断面力分布を求める(基礎3 1話)

ex31_1 ~ ex31_7
ex33_1 ~ ex33_4

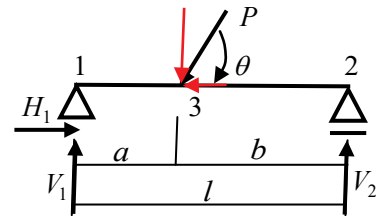
I : 4種の単純支持型梁



(a) 片寄った位置への集中荷重



(b) モーメント荷重

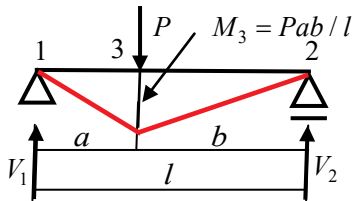


(c) 斜め荷重

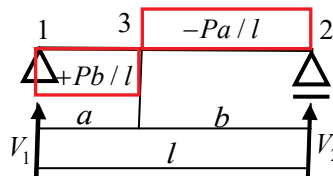
数値解析では、スパンは $l=6m$ で $a=2m, b=4m$ とし、集中荷重 $P=10kN$ 、モーメント荷重 $M=10kNm$ 、分布荷重 $p_w=1kN/m$ とする。

1 : 図1(a)の偏った位置への集中荷重(ex31_1)

理論解から求めた断面力分布を以下に示す。



(a) 曲げモーメント図



(b) せん断力図

図2 片寄った位置への集中荷重を受ける単純梁の断面力図

理論解から求めた最大曲げモーメントとせん断力：

$$M_3 = Pab/l = 10 \cdot 2 \cdot 4 / 6 = 13.33kNm$$

$$Q_L = Pb/l = 10 \cdot 4 / 6 = 6.67kN; Q_R = -Pa/l = -10 \cdot 2 / 6 = -3.33kN$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。

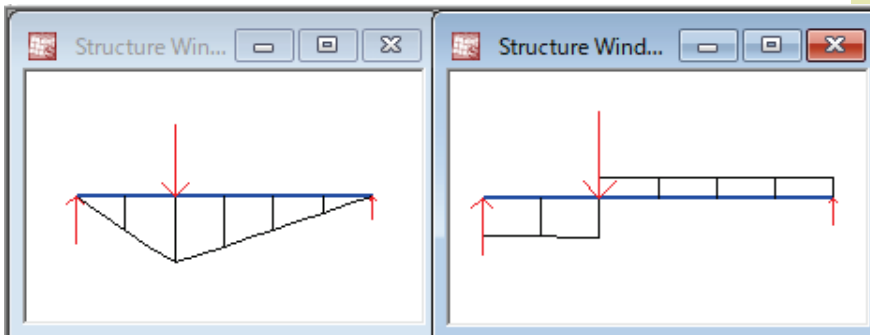
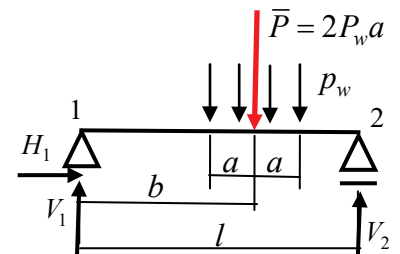


図4 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図



(d) 一部等分布荷重

図1 各種の荷重が加わる単純梁

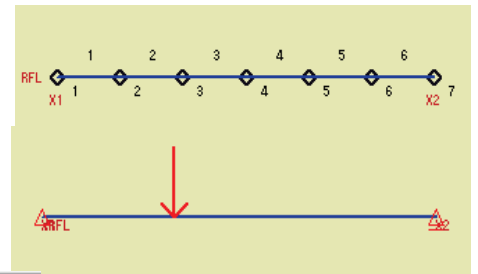


図3 解析モデルの節点番号と部材番号及び荷重と支持状態

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	0.0000	0.0000	-6.6667	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-6.6667	0.0000	-666.6667	0.0000

2	1	0.0000	0.0000	-6.6667	0.0000	-666.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	-6.6667	0.0000	-1333.3334	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	3.3333	0.0000	-1333.3334	0.0000
		0.0000	0.0000	3.3333	0.0000	-1000.0000	0.0000
4	1	0.0000	0.0000	3.3333	0.0000	-1000.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	3.3333	0.0000	-666.6667	0.0000
5	1	0.0000	0.0000	3.3333	0.0000	-666.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	3.3333	0.0000	-333.3333	0.0000
6	1	0.0000	0.0000	3.3333	0.0000	-333.3333	0.0000
		0.0000	0.0000	3.3333	0.0000	0.0000	0.0000

2 : 図1(b)のモーメント荷重(ex31_2)

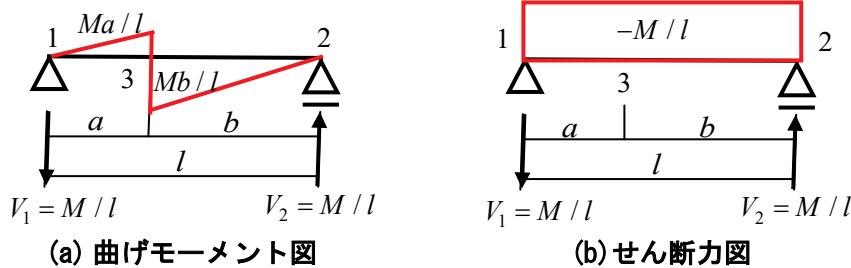


図5 モーメント荷重を受ける単純梁の断面力図

理論解から求めた最大曲げモーメントとせん断力 :

$$M_{3L} = -Ma/l = -10 \cdot 2/6 = -3.33kNm; M_{3R} = Mb/l = 10 \cdot 4/6 = 6.67kNm$$

$$Q = -M/l = -10/6 = -1.67kN$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。ただし、モーメント荷重は $M = 10kNm$ であるが、長さの単位を合わせると、 $M = 1000kNcm$ である。

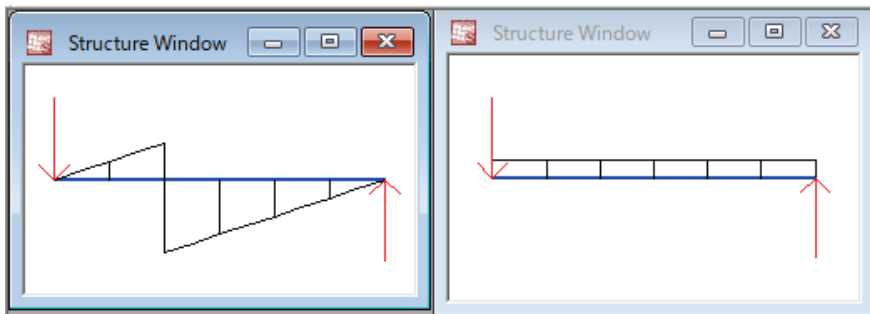
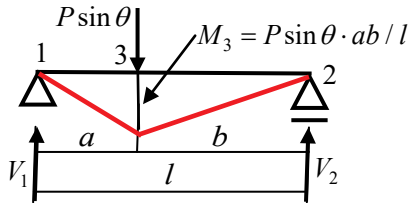


図6 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

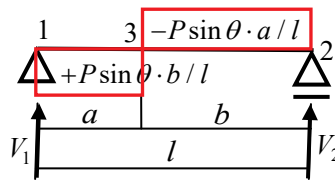
部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	166.6667	0.0000
2	1	0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	166.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	333.3333	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	-666.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	-500.0000	0.0000
4	1	0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	-500.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	-333.3333	0.0000
5	1	0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	-333.3333	0.0000
		0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	-166.6667	0.0000
6	1	0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	-166.6667	0.0000

0.0000	0.0000	1.6667	0.0000	0.0000	0.0000
--------	--------	--------	--------	--------	--------

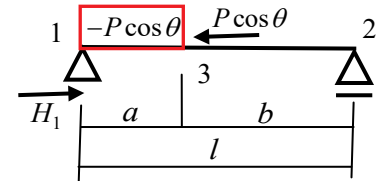
3 : 図1(c)の斜め荷重(ex31_3)



(b) 曲げモーメント図



(b) せん断力図



(c) 軸力図

図7 斜め荷重を受ける単純梁の断面力図

ここでは、 $\theta = 60$ 度とすると、座標軸に分解した荷重は

$$P_y = P \sin \theta = 10 \cdot 0.8660 = 8.660 \text{ kN}; P_x = 10 \cdot \cos \theta = 10 \cdot 0.5 = 5 \text{ kN} \rightarrow N_L = -5 \text{ kN}$$

となり、理論解から求めた最大曲げモーメントとせん断力、及び軸力は

$$M_3 = P_y ab / l = 8.660 \cdot 2 \cdot 4 / 6 = 11.547 \text{ kNm}$$

$$Q_L = P_y b / l = 8.660 \cdot 4 / 6 = 5.773 \text{ kN}; Q_R = -P_y a / l = -8.660 \cdot 2 / 6 = -2.887 \text{ kN}$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。ただし、SPACE では、斜め荷重は使用できないため、分解した荷重 P_x, P_y を使用する。

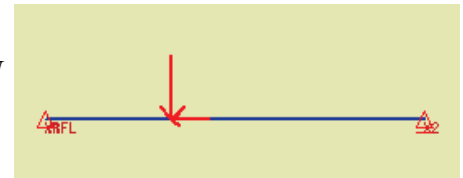


図8 解析モデルの荷重と支持状態

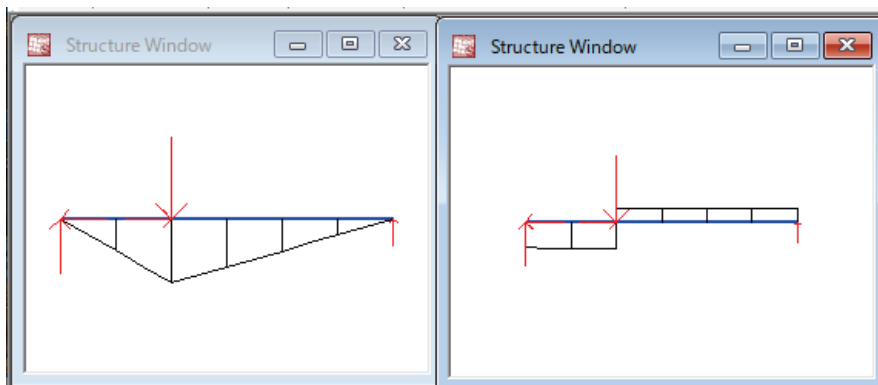


図9 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	-5.0000	0.0000	-5.7733	0.0000	0.0000	0.0000
		-5.0000	0.0000	-5.7733	0.0000	-577.3333	0.0000
2	1	-5.0000	0.0000	-5.7733	0.0000	-577.3333	0.0000
		-5.0000	0.0000	-5.7733	0.0000	-1154.6667	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	2.8867	0.0000	-1154.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	2.8867	0.0000	-866.0000	0.0000
4	1	0.0000	0.0000	2.8867	0.0000	-866.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	2.8867	0.0000	-577.3333	0.0000
5	1	0.0000	0.0000	2.8867	0.0000	-577.3333	0.0000
		0.0000	0.0000	2.8867	0.0000	-288.6667	0.0000
6	1	0.0000	0.0000	2.8867	0.0000	-288.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	2.8867	0.0000	0.0000	0.0000

4 : 図1(d)の一部等分布荷重(ex31_4)

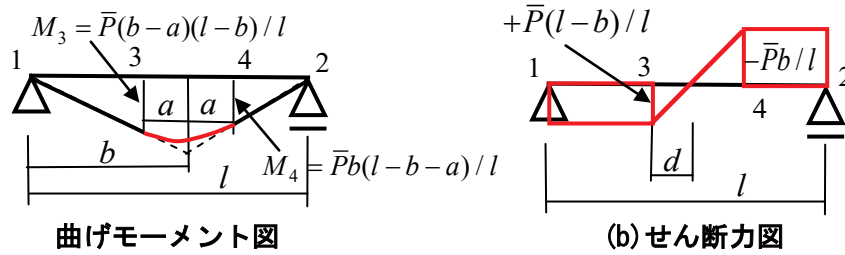


図10 一部等分布荷重を受ける単純梁の断面力図

梁の形状は、 $l=6m; b=4m$ で、等分布荷重が加わる領域を $2a=2m$ とする。ここでは等分布荷重を集中荷重に置き換えて応力解析を行う。そのため、多少の誤差が含まれることになる。等分布荷重は $p_w=1kN/m$ であり、荷重が加わっている領域 $2a=2m$ を10分割して解析を行う。単位を替えると $p_w=0.01kN/cm$ であり、1分割の長さが20cmで、1節点あたり集中荷重は $P=0.2kN$ となる。理論解から求めた曲げモーメント M_3, M_4 とせん断力 Q_L, Q_R は次のように与えられる

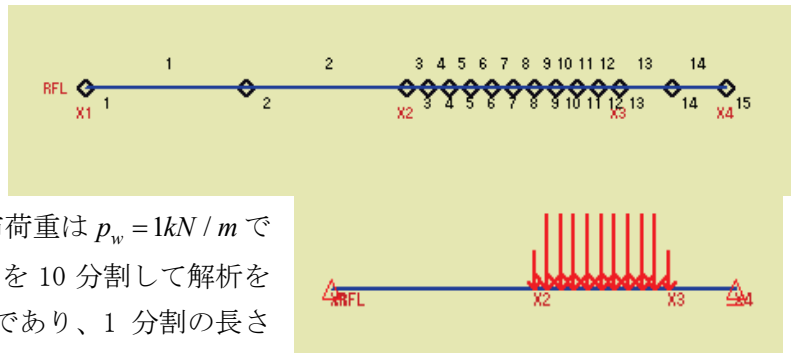


図11 解析モデルの節点番号と部材番号及び荷重と支持状態

$$\bar{P} = 2ap_w = 2 \cdot 1 \cdot 1 = 2kN$$

$$M_3 = \bar{P}(b-a)(l-b)/l = 2(4-1)(6-4)/6 = 2kNm$$

$$M_4 = \bar{P}b(l-b-a)/l = 2 \cdot 4(6-4-1)/6 = 1.333kNm$$

$$Q_L = \bar{P}(l-b)/l = 2(6-4)/6 = 0.667kN; \quad Q_R = -\bar{P}b/l = -2 \cdot 4/6 = -1.333kN$$

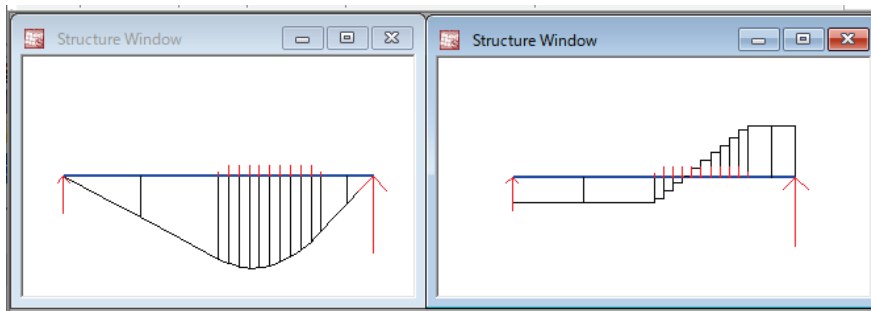


図12 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

曲げモーメントの最大値を求める。せん断力がゼロとなる位置は、
 $d = 2 \cdot 2 / (3 \cdot 2) = 2/3m$
 であり、曲げモーメント関数に代入すると、最大曲げモーメントが次のように得られる。
 $M_x = \bar{P}(l-b)(b-a+x)/l - p_w x^2 / 2$
 $= 2(6-4)(4-1+2/3)/6 - 1 \cdot (2/3)^2 / 2 = 2.222kNm$

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	0.0000	0.0000	-0.6667	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.6667	0.0000	-100.0000	0.0000
2	1	0.0000	0.0000	-0.6667	0.0000	-100.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.6667	0.0000	-200.0000	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	-0.5667	0.0000	-200.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.5667	0.0000	-211.3333	0.0000
4	1	0.0000	0.0000	-0.3667	0.0000	-211.3333	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.3667	0.0000	-218.6667	0.0000

5	1	0.0000	0.0000	-0.1667	0.0000	-218.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.1667	0.0000	-222.0000	0.0000
6	1	0.0000	0.0000	0.0333	0.0000	-222.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0333	0.0000	-221.3333	0.0000
7	1	0.0000	0.0000	0.2333	0.0000	-221.3333	0.0000
		0.0000	0.0000	0.2333	0.0000	-216.6667	0.0000
8	1	0.0000	0.0000	0.4333	0.0000	-216.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	0.4333	0.0000	-208.0000	0.0000
9	1	0.0000	0.0000	0.6333	0.0000	-208.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.6333	0.0000	-195.3333	0.0000
10	1	0.0000	0.0000	0.8333	0.0000	-195.3333	0.0000
		0.0000	0.0000	0.8333	0.0000	-178.6667	0.0000
11	1	0.0000	0.0000	1.0333	0.0000	-178.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	1.0333	0.0000	-158.0000	0.0000
12	1	0.0000	0.0000	1.2333	0.0000	-158.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	1.2333	0.0000	-133.3333	0.0000
13	1	0.0000	0.0000	1.3333	0.0000	-133.3333	0.0000
		0.0000	0.0000	1.3333	0.0000	-66.6667	0.0000
14	1	0.0000	0.0000	1.3333	0.0000	-66.6667	0.0000
		0.0000	0.0000	1.3333	0.0000	0.0000	0.0000

II : 3種の片持ち支持型梁

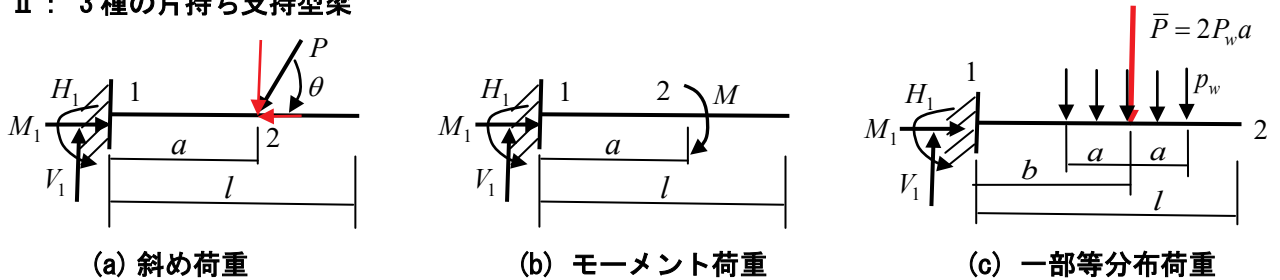


図13 各種の荷重が加わる片持ち梁

片持ち梁の形状はスパン $l=6m$ 、 $a=4m$ で、集中荷重は $P=10kN$ 、モーメント荷重は $M=10kNm$ とする。分布荷重では、 $b=4m, a=1m$ で、荷重は $p_w=1kN/m$ とすると $\bar{P}=2ap_w=2kN$ である。

5 : 図13(a)の斜め荷重(ex31_5)

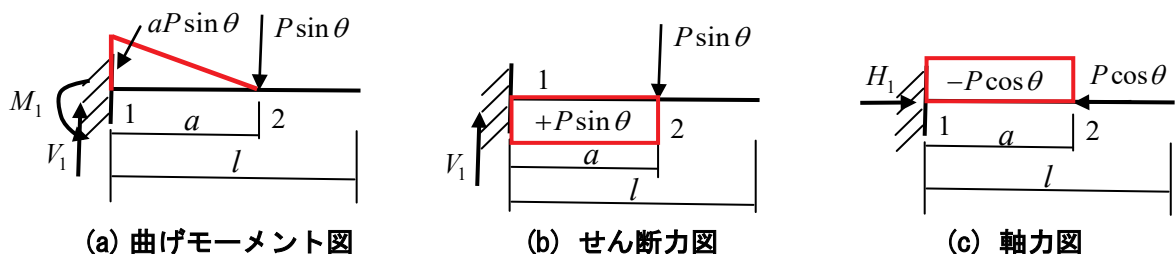


図14 斜め荷重を受ける片持ち梁の断面力図

ここでは、荷重の斜め角度を $\theta=60$ 度とすると、分解した荷重は

$$P_y = P \sin \theta = 10 \cdot 0.8660 = 8.660kN; P_x = 10 \cdot \cos \theta = 10 \cdot 0.5 = 5kN$$

となり、理論解から求めた最大曲げモーメントとせん断力、及び軸力は

次のように得られる。

$$M_1 = -P_y \cdot a = -8.660 \cdot 4 = -34.64 \text{ kNm}$$

$$Q_1 = P_y = 8.660 \text{ kN}; N = P_x = -5 \text{ kN}$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。ただし、SPACE では、斜め荷重は使用できないため、分解した荷重 P_x, P_y を使用する。

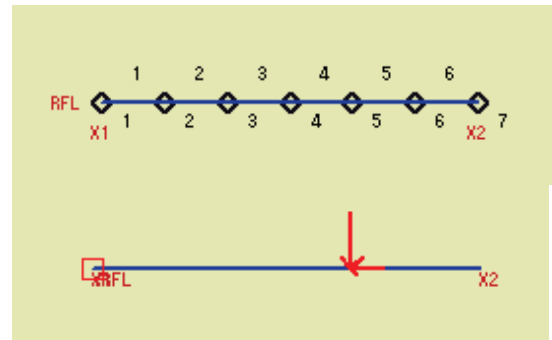


図 15 解析モデルの節点番号と部材番号及び荷重と支持状態

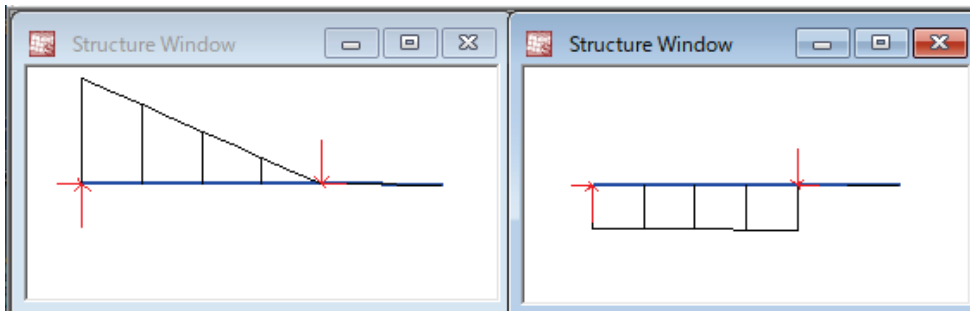


図 16 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	-5.0000	0.0000	-8.6600	0.0000	3464.0000	0.0000
		-5.0000	0.0000	-8.6600	0.0000	2598.0000	0.0000
2	1	-5.0000	0.0000	-8.6600	0.0000	2598.0000	0.0000
		-5.0000	0.0000	-8.6600	0.0000	1732.0000	0.0000
3	1	-5.0000	0.0000	-8.6600	0.0000	1732.0000	0.0000
		-5.0000	0.0000	-8.6600	0.0000	866.0000	0.0000
4	1	-5.0000	0.0000	-8.6600	0.0000	866.0000	0.0000
		-5.0000	0.0000	-8.6600	0.0000	0.0000	0.0000
5	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

6 : 図 13(b) のモーメント荷重(ex31_6)

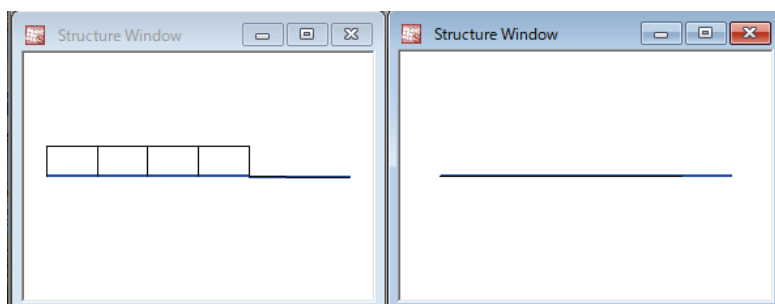


図 18 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

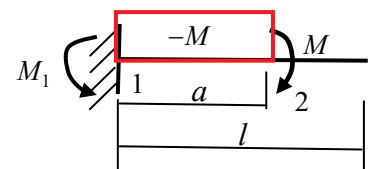


図 17 モーメント荷重を受ける片持ち梁の曲げモーメント図

片持ち梁にモーメント荷重が加わる場合は、反力は逆方向のモーメントとなり、曲げモーメントは上図のように一定値 $M = -10kNm$ となる。従って、曲げモーメントに傾きがないので、せん断力はゼロとなる。

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1000.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1000.0000	0.0000
2	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1000.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1000.0000	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1000.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1000.0000	0.0000
4	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1000.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1000.0000	0.0000
5	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

7 : 図 13(c) の一部等分布荷重(ex31_7)

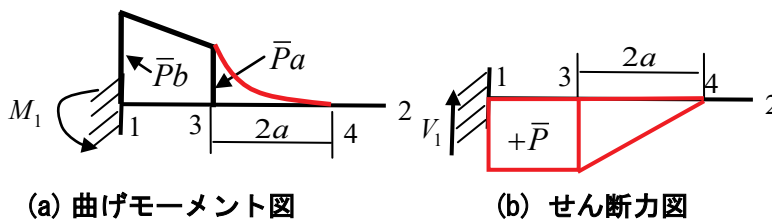


図 19 一部等分布荷重が加わる片持ち梁の断面力図

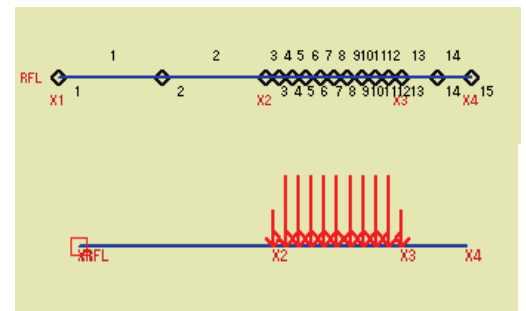


図 20 解析モデルの節点番号と部材番号及び荷重と支持状態

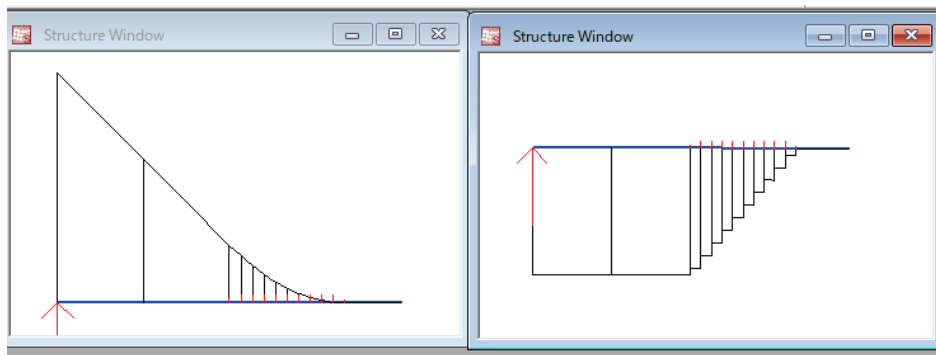


図 21 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

片持ち梁の形状は $l = 6m; b = 4m$ で、等分布荷重が加わる領域を $2a = 2m$ とする。ここでは等分布荷重を集中荷重に置き換えて応力解析を行う。そのため、多少の誤差が含まれる。等分布荷重は $p_w = 1kN/m$ であり、荷重が加わっている領域を 10 分割して解析を行う。 $p_w = 0.01kN/cm$ であり、1 分割の長さが 20cm であることより、1 節点あたり集中荷重は $P = 0.2kN$ となる。理論解から求めた曲げモーメント M_1, M_3 とせん断力

Qは次式となる。

$$\bar{P} = 2ap_w = 2 \cdot 1 \cdot 1 = 2kN$$

$$M_1 = -\bar{P}b = -2 \cdot 4 = -8kNm; \quad M_3 = -\bar{P}a = -2 \cdot 1 = -2kNm$$

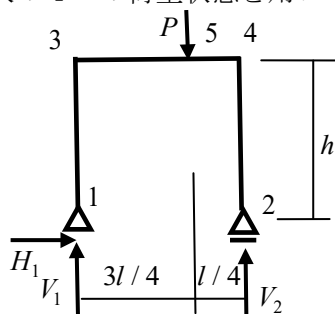
$$Q = \bar{P} = 2kN$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。

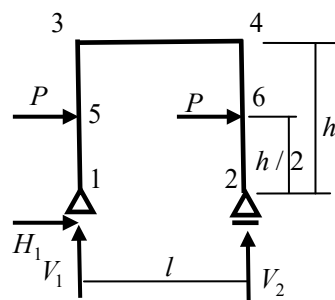
部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	0.0000	0.0000	-2.0000	0.0000	<u>800.0000</u>	0.0000
		0.0000	0.0000	-2.0000	0.0000	500.0000	0.0000
2	1	0.0000	0.0000	-2.0000	0.0000	500.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	<u>-2.0000</u>	0.0000	<u>200.0000</u>	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	-1.9000	0.0000	200.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-1.9000	0.0000	162.0000	0.0000
4	1	0.0000	0.0000	-1.7000	0.0000	162.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-1.7000	0.0000	128.0000	0.0000
5	1	0.0000	0.0000	-1.5000	0.0000	128.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-1.5000	0.0000	98.0000	0.0000
6	1	0.0000	0.0000	-1.3000	0.0000	98.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-1.3000	0.0000	72.0000	0.0000
7	1	0.0000	0.0000	-1.1000	0.0000	72.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-1.1000	0.0000	50.0000	0.0000
8	1	0.0000	0.0000	-0.9000	0.0000	50.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.9000	0.0000	32.0000	0.0000
9	1	0.0000	0.0000	-0.7000	0.0000	32.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.7000	0.0000	18.0000	0.0000
10	1	0.0000	0.0000	-0.5000	0.0000	18.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.5000	0.0000	8.0000	0.0000
11	1	0.0000	0.0000	-0.3000	0.0000	8.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.3000	0.0000	2.0000	0.0000
12	1	0.0000	0.0000	-0.1000	0.0000	2.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-0.1000	0.0000	0.0000	0.0000
13	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Ⅲ：単純支持型の門型ラーメン

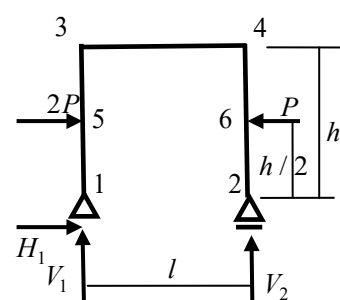
単純梁と同様の一端ピン・他端ローラー支持の門型ラーメンについて、次の4つの荷重状態を用いて応力解析を行い、理論解と比較する。



(a) 偏った位置の鉛直集中荷重



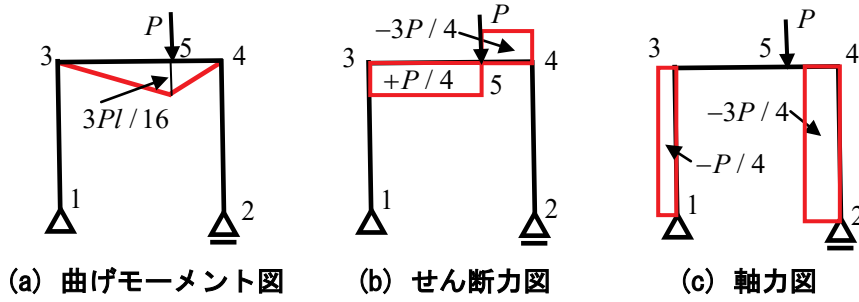
(b) 柱中央同方向水平荷重



(c) 柱中央逆方向水平荷重

骨組の形状は、スパン $l=6m$ 、階高 $h=4m$ であり、集中荷重は $P=10kN$ とする。

8 : 図 22(a) の偏った位置の集中荷重(ex33_1)



(a) 曲げモーメント図 (b) せん断力図 (c) 軸力図
図 23 偏った位置の鉛直集中荷重を有する門型ラーメンの断面力図

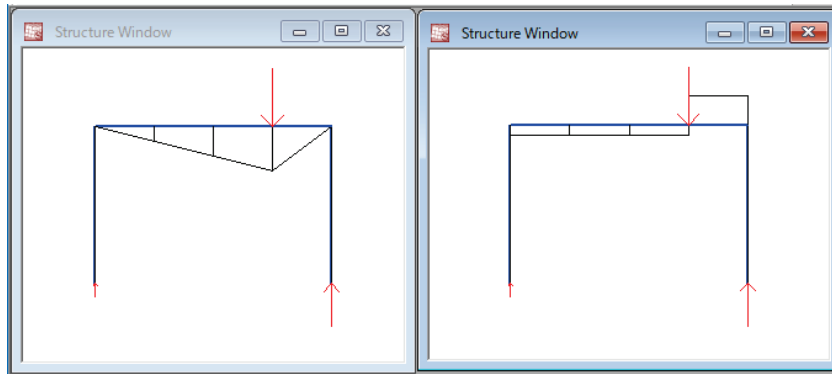


図 25 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

最大曲げモーメントとせん断力及び軸力は次式で与えられる。

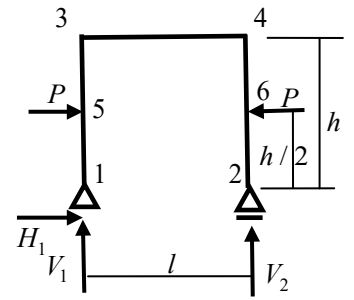
$$M_{\max} = 3Pl/16 = 3 \cdot 10 \cdot 6 / 16 = 11.25kNm$$

$$Q_L = P/4 = 10/4 = 2.5kN; Q_R = -3P/4 = -3 \cdot 10/4 = -7.5kN$$

$$N_L = -P/4 = -10/4 = -2.5kN; N_R = -3P/4 = -3 \cdot 10/4 = -7.5kN$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。両者の結果を比較してみよう。

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	<u>-2.4999</u>	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		-2.4999	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0084	0.0000
2	1	<u>-7.5001</u>	0.0000	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
		-7.5001	0.0000	-0.0001	0.0000	-0.0252	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	<u>-2.4999</u>	0.0000	-0.0084	0.0000
		0.0000	0.0000	-2.4999	0.0000	-375.0000	0.0000
4	1	0.0000	0.0000	-2.4999	0.0000	-375.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	-2.4999	0.0000	-749.9916	0.0000
5	1	0.0000	0.0000	-2.4999	0.0000	-749.9916	0.0000
		0.0000	0.0000	-2.4999	0.0000	<u>-1124.9832</u>	0.0000
6	1	0.0000	0.0000	<u>7.5001</u>	0.0000	-1124.9832	0.0000
		0.0000	0.0000	7.5001	0.0000	0.0252	0.0000



(d) 柱中央逆方向水平荷重 2
図 22 各種の荷重が加わった
両端ピン支持門型ラーメン

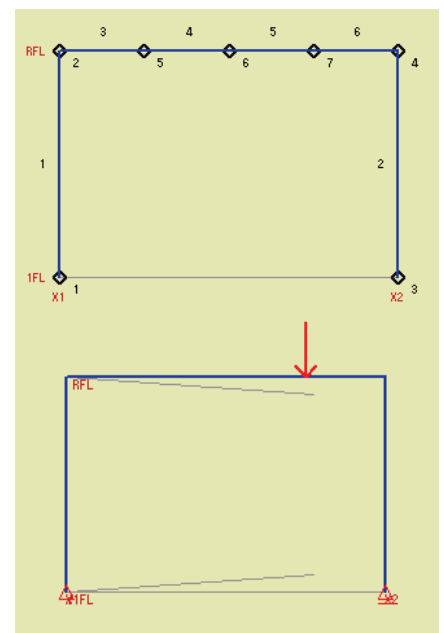
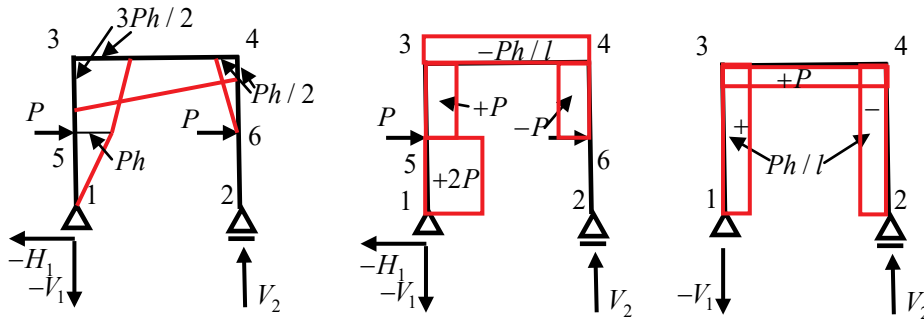


図 24 解析モデルの節点番号と
部材番号及び荷重と支持状態

9 : 図 22 (b) の柱中央同方向水平荷重 (ex33_2)



(a) 曲げモーメント図 (b) せん断力図 (c) 軸力図

図 26 柱中央同方向水平荷重を受ける門型ラーメンの断面力図

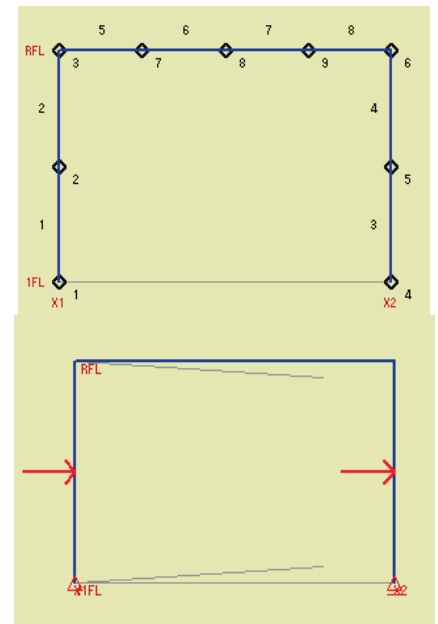


図 27 解析モデルの節点番号と部材番号及び荷重と支持状態

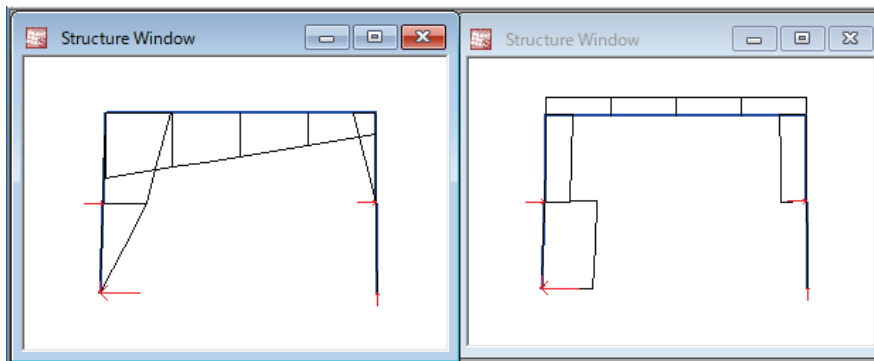


図 28 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

解析解の最大曲げモーメントとせん断力及び軸力は次式で与えられる。

$$M_4 = Ph / 2 = 10 \cdot 4 / 2 = 20 \text{ kNm}; M_3 = 3Ph / 2 = 3 \cdot 10 \cdot 4 / 2 = 60 \text{ kNm}$$

$$M_5 = Ph = 10 \cdot 4 = 40 \text{ kNm}; Q_{cU} = P = 10 \text{ kN}; Q_{cD} = 2P = 20 \text{ kN}$$

$$Q_b = -Ph / l = -10 \cdot 4 / 6 = -6.67 \text{ kN}; N_L = Ph / l = 10 \cdot 4 / 6 = 6.67 \text{ kN}$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	6.6668	0.0000	-19.9999	0.0000	0.0000	0.0000
		6.6668	0.0000	-19.9999	0.0000	-3999.9889	0.0000
2	1	6.6668	0.0000	-9.9999	0.0000	-3999.9889	0.0000
		6.6668	0.0000	-9.9999	0.0000	-5999.9777	0.0000
3	1	-6.6667	0.0000	-0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
		-6.6667	0.0000	-0.0001	0.0000	-0.0112	0.0000
4	1	-6.6668	0.0000	9.9999	0.0000	-0.0112	0.0000
		-6.6668	0.0000	9.9999	0.0000	1999.9776	0.0000
5	1	10.0000	0.0000	6.6667	0.0000	-5999.9777	0.0000
		10.0000	0.0000	6.6667	0.0000	-4999.9777	0.0000
6	1	10.0000	0.0000	6.6667	0.0000	-4999.9777	0.0000
		10.0000	0.0000	6.6667	0.0000	-3999.9777	0.0000
7	1	10.0000	0.0000	6.6667	0.0000	-3999.9777	0.0000
		10.0000	0.0000	6.6667	0.0000	-2999.9777	0.0000
8	1	10.0000	0.0000	6.6667	0.0000	-2999.9777	0.0000
		10.0000	0.0000	6.6667	0.0000	-1999.9776	0.0000

10 : 図 22 (c) の柱中央逆方向水平荷重 (ex33_3)

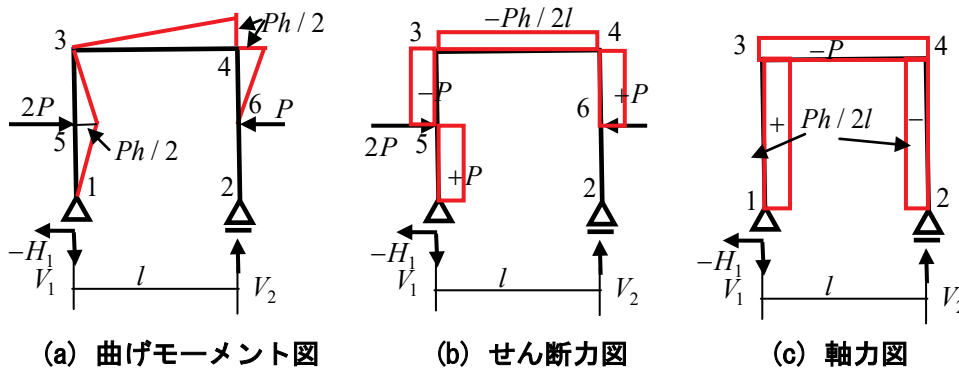


図 29 柱中央逆方向水平荷重を受ける門型ラーメンの断面力図

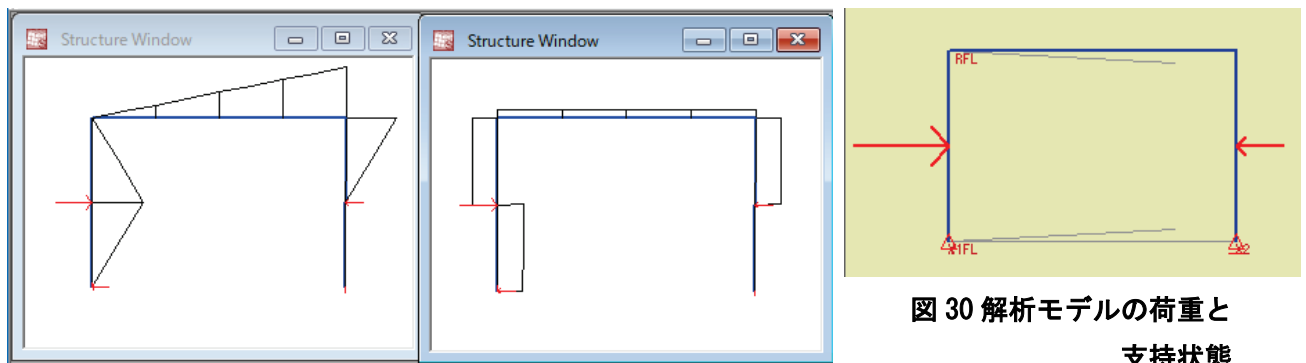


図 30 解析モデルの荷重と支持状態

図 31 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

解析解の最大曲げモーメントとせん断力及び軸力は次式で与えられる。

$$M_5 = Ph / 2 = 10 \cdot 4 / 2 = 20kNm; M_4 = -Ph / 2 = -10 \cdot 4 / 2 = -20kNm$$

$$Q_b = -Ph / (2l) = -10 \cdot 4 / (2 \cdot 6) = -3.333kN; N = -Ph / (2l) = -10 \cdot 4 / (2 \cdot 6) = -3.333kN$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	3.3334	0.0000	-10.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		3.3334	0.0000	-10.0000	0.0000	-1999.9944	0.0000
2	1	3.3332	0.0000	10.0000	0.0000	-1999.9944	0.0000
		3.3332	0.0000	10.0000	0.0000	0.0112	0.0000
3	1	-3.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		-3.3333	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0056	0.0000
4	1	-3.3332	0.0000	-10.0000	0.0000	-0.0056	0.0000
		-3.3332	0.0000	-10.0000	0.0000	-2000.0112	0.0000
5	1	-10.0000	0.0000	3.3333	0.0000	0.0112	0.0000
		-10.0000	0.0000	3.3333	0.0000	500.0112	0.0000
6	1	-10.0000	0.0000	3.3333	0.0000	500.0112	0.0000
		-10.0000	0.0000	3.3333	0.0000	1000.0112	0.0000
7	1	-10.0000	0.0000	3.3333	0.0000	1000.0112	0.0000
		-10.0000	0.0000	3.3333	0.0000	1500.0112	0.0000
8	1	-10.0000	0.0000	3.3333	0.0000	1500.0112	0.0000
		-10.0000	0.0000	3.3333	0.0000	2000.0112	0.0000

11 : 図 22 (d) の柱中央逆方向水平荷重 2 (ex33_4)

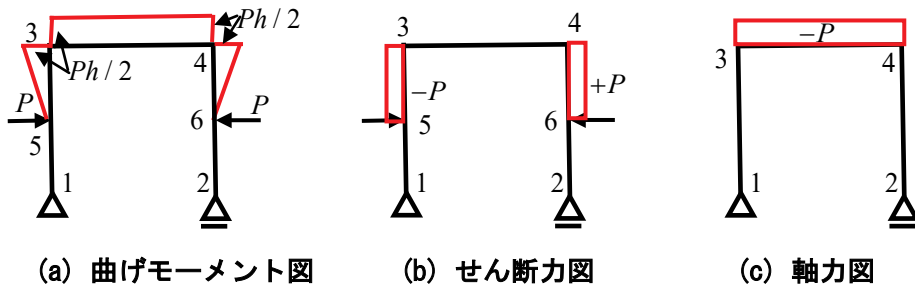


図 32 柱中央逆方向水平荷重を受ける門型ラーメン2の断面力図

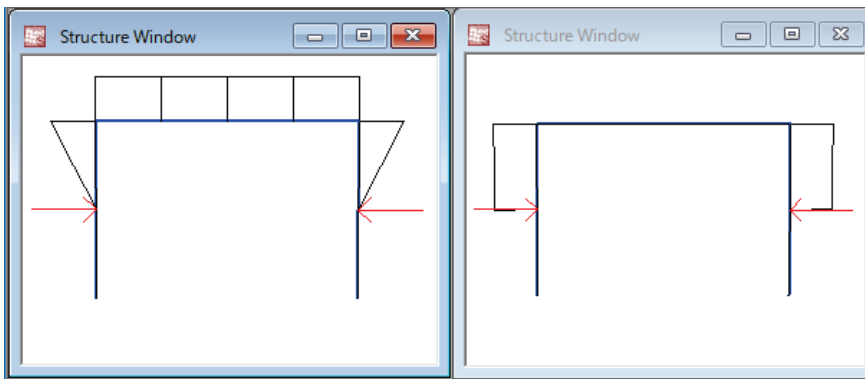


図 33 解析モデルの荷重と支持状態

図 34 SPACE で求めた曲げモーメント図とせん断力図

解析解の最大曲げモーメントとせん断力及び軸力は次式で与えられる。

$$M_3 = -Ph / 2 = -10 \cdot 4 / 2 = -20kNm; Q = N = -10kN$$

SPACE による数値解析結果を以下に示す。

部材番号	部材モデル	Nx	Qy	Qz	Mx	My	Mz
1	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	1	-0.0001	0.0000	<u>10.0000</u>	0.0000	0.0000	0.0000
		-0.0001	0.0000	10.0000	0.0000	<u>2000.0000</u>	0.0000
3	1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	1	0.0001	0.0000	<u>-10.0000</u>	0.0000	0.0000	0.0000
		0.0001	0.0000	-10.0000	0.0000	<u>-2000.0000</u>	0.0000
5	1	<u>-10.0000</u>	0.0000	0.0000	0.0000	2000.0000	0.0000
		-10.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2000.0000	0.0000
6	1	-10.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2000.0000	0.0000
		-10.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2000.0000	0.0000
7	1	-10.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2000.0000	0.0000
		-10.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2000.0000	0.0000
8	1	-10.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2000.0000	0.0000
		-10.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2000.0000	0.0000