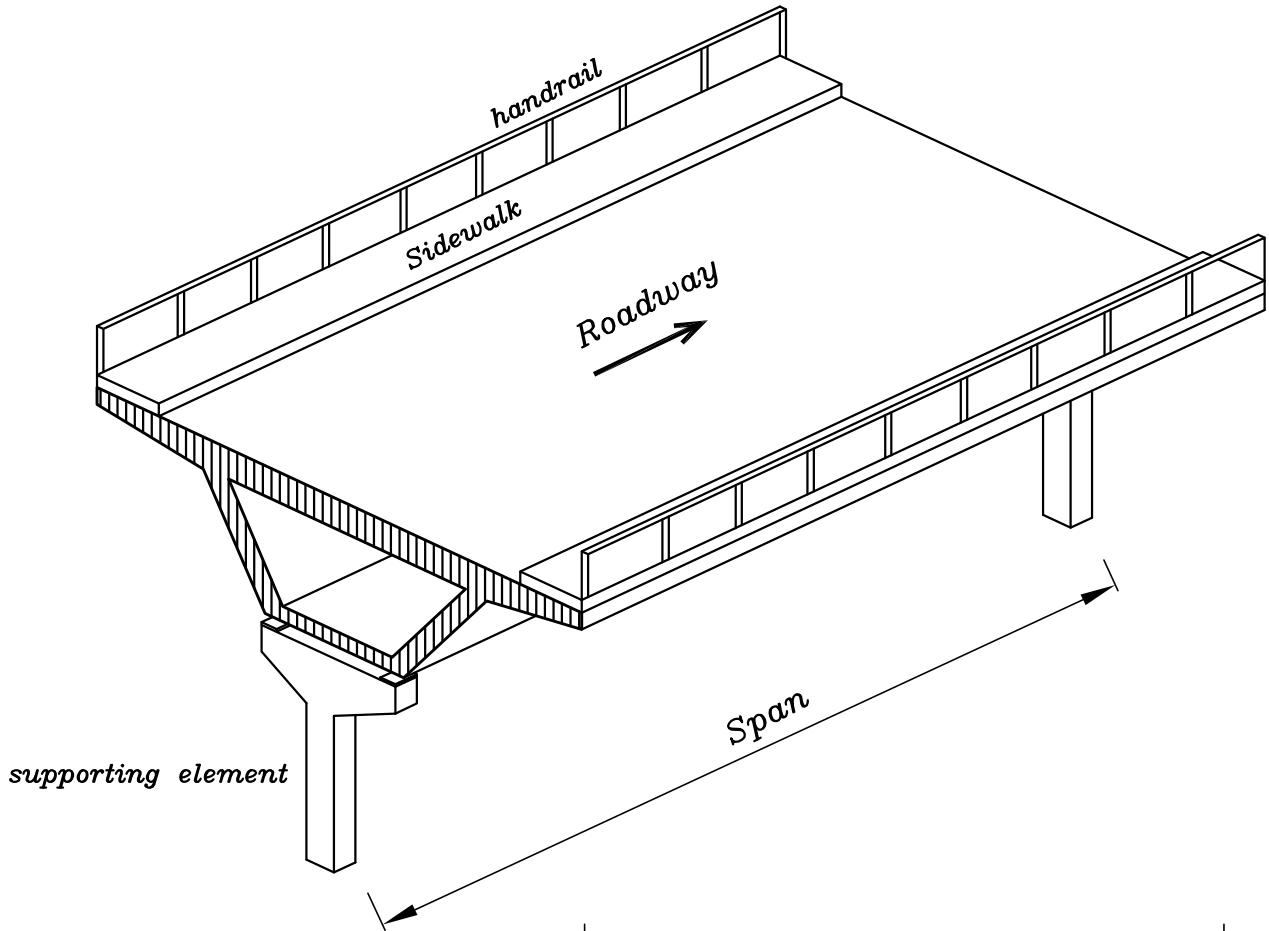


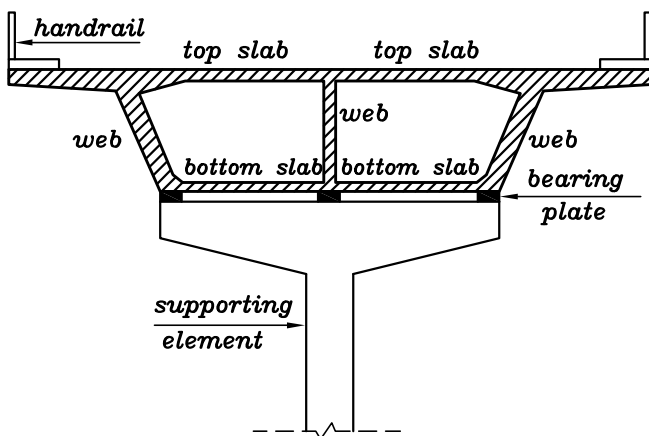
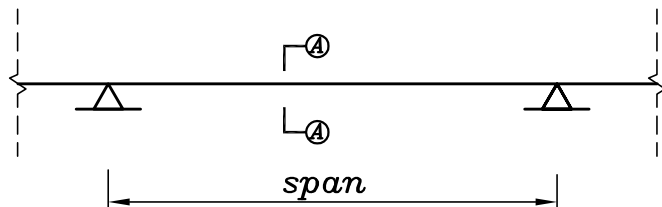
Box girder bridges

هي احد انواع الكبارى التى يكون قطاعها على شكل صندوقى (box) وتتميز

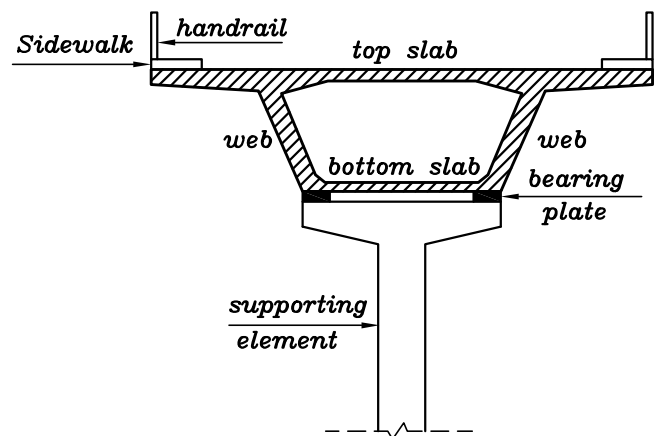
بخفة الوزن و كذلك مقاومتها العالية لعزوم الالتواء (high torsional rigidity)



- Statical system



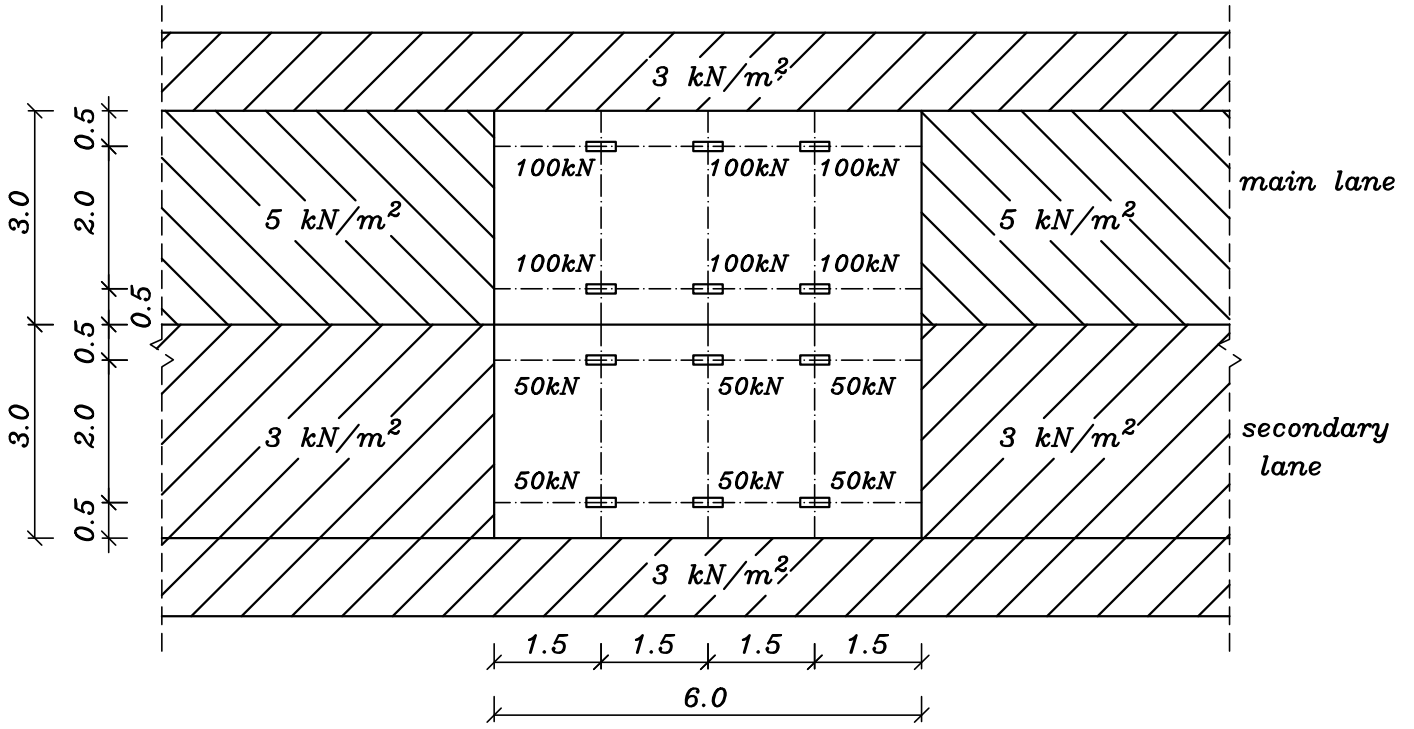
multi cells



single cell

sec elevation (A-A)

- Loads on roadway bridges according to (N.E.C.)



تتكون الاحمال الحية المؤثرة على كبارى الطرق من

-Main lane الحارة الرئيسية

تتكون من مركبة وزنها (600kN) موزعة على (6) عجلات ووزن العجلة الواحدة (100kN) بالاضافة الى حمل موزع مقداره (5kN/m²) فى باقى مساحة الحارة امام و خلف المركبة . ويؤخذ التأثير الديناميكي (impact) فى هذه الحارة فقط

Impact factor $I=0.4-0.008L$

where: (L) is the loaded span in meters

-Secondary lane الحارة الفرعية

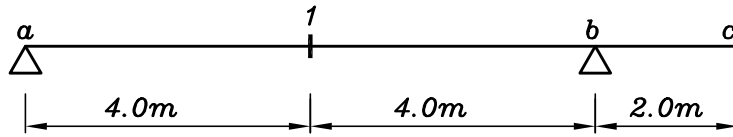
تتكون من مركبة وزنها (300kN) موزعة على (6) عجلات ووزن العجلة الواحدة (50kN) بالاضافة الى حمل موزع مقداره (3kN/m²) فى باقى مساحة الحارة امام و خلف المركبة . بالاضافة الى حمل موزع مقداره (3kN/m²) فى باقى مسطح الكوبرى.

Revision on Influence line diagrammes

هو شكل يبين تغير قيمة (straining action) مثل (B.M. or S.F.) لقطاع معين في المنشأ عندما يتحرك على المنشأ (moving load) مقدارها الوحدة .

Example

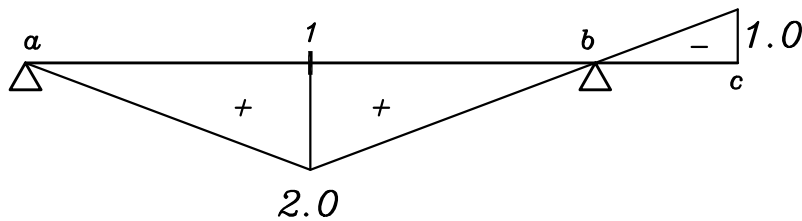
Draw influence line diagram of B.M. at sec (1-1)



Solution

- When the load is at point (a), B.M. at sec (1-1)=0
- When the load is at point (1), B.M. at sec (1-1)=1*8/4=2.0
- When the load is at point (b), B.M. at sec (1-1)=0
- When the load is at point (c), B.M. at sec (1-1)=-1

بالتوصيل بين قيم (B.M.) المختلفة نحصل على (I.L. of B.M. at sec 1)

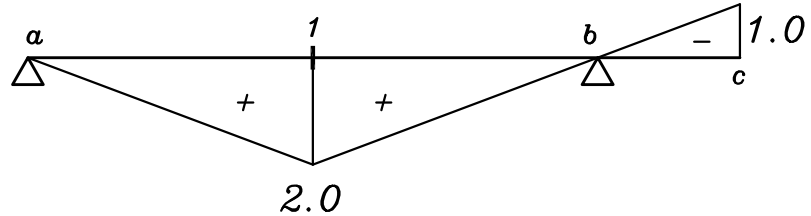


- ملحوظة هامة جدا

الشكل المرسوم يبين تغير قيم (B.M.) عند (sec1) أي انه ليس (B.M.D.)

يمكن الاستفادة من (*I.L. diagram*) وذلك بضرب قيمة الحمل في
 (*ordinate of I.L. under the position of load*) ومنها ايجاد (*B.M.*)
 عند القطاع المطلوب .

فمثلا لو لدينا حمل مقداره ($200kN$) يتحرك على الكمره السابقة فان



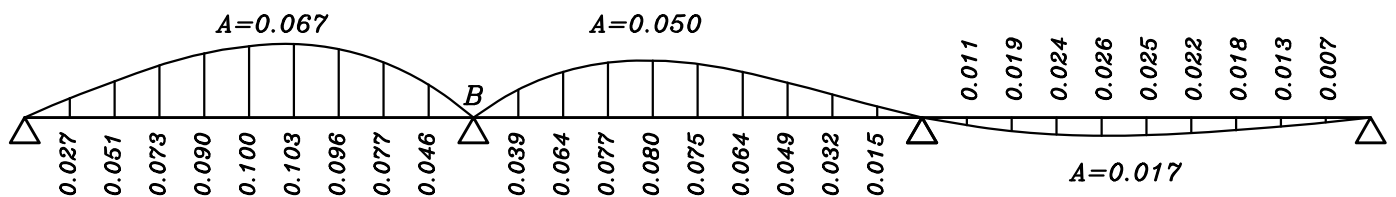
- When the load is at point (1), B.M. at sec (1-1)
 $=200 \times 2.0 = 400kN.m$
- When the load is at point (c), B.M. at sec (1-1)
 $=200 \times (-1.0) = -200kN.m$

ما سبق يتضح انه يمكن الاستفادة من (*I.L. diagram*) عند التعامل مع
 (*moving loads*) وعند عمل حالات تحميل (*cases of loading*)

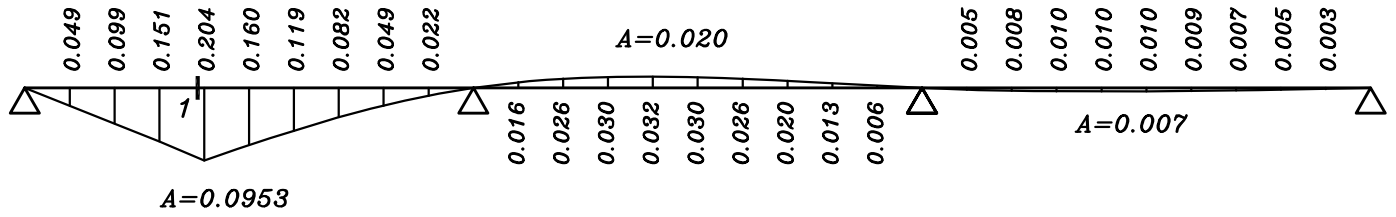
-Influence line diagrams for continuous beams

يوجد (*I.L. diagrams*) للكمرات المستمرة بانواعها
 (مثل الاشكال الاتية) (*2 spans, 3 spans, more than 3 spans*)

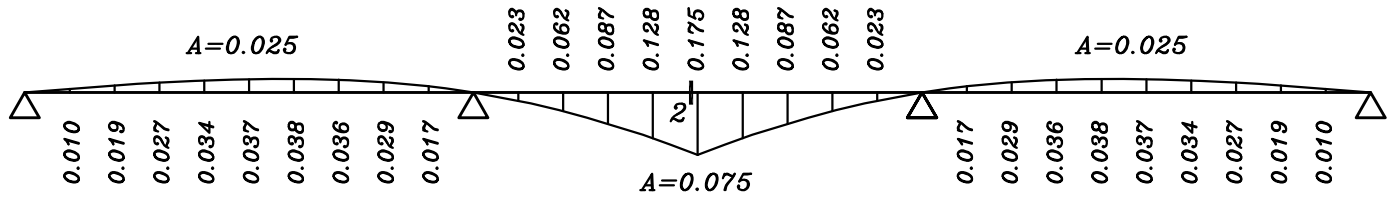
I.L. diagram of B.M. at sec (B-B)



I.L. diagram of B.M. at sec (1-1)



I.L. diagram of B.M. at sec (2-2)



و يتم استخدامها كالتالى

– For concentrated loads

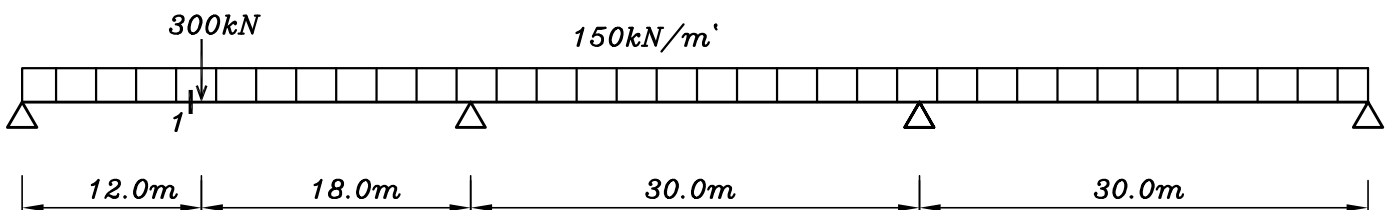
$$B.M. = Load * \text{ordinate of I.L. under the position of load} * span$$

– For distributed loads

$$B.M. = Distributed\ load * Average\ value\ (A) * (span)^2$$

Example (1)

Calculate B.M. at sec (1-1) due to the given loads by using I.L. diagram of B.M. at sec (1-1)



Solution

$$B.M. = \text{Load} * \text{ordinate of I.L. under the position of load} * \text{span} \\ + \Sigma \text{Distributed load} * \text{Average value (A)} * (\text{span})^2$$

Usiung I.L. diagram of B.M. at sec (1-1)

$$B.M. = 300 * 0.204 * 30 + 150 * 0.0953 * (30)^2 - 150 * 0.02 * (30)^2 \\ + 150 * 0.007 * (30)^2$$

$$B.M. = 12946.50 \text{ kN.m}$$

- ملحوظة

وضعنا الاشارة (-ve) لان (I.L.) فى هذه الباكية اعلى (C.L.)

Example (2)

The given figure shows a sectional elevation of a continuous 3-span box girder bridge with 30 m length for each span. The dimensions of the cross section are as shown in section (A-A). In addition to its own weight, the bridge is subjected to moving live load as shown in the attached plan. It is required to:

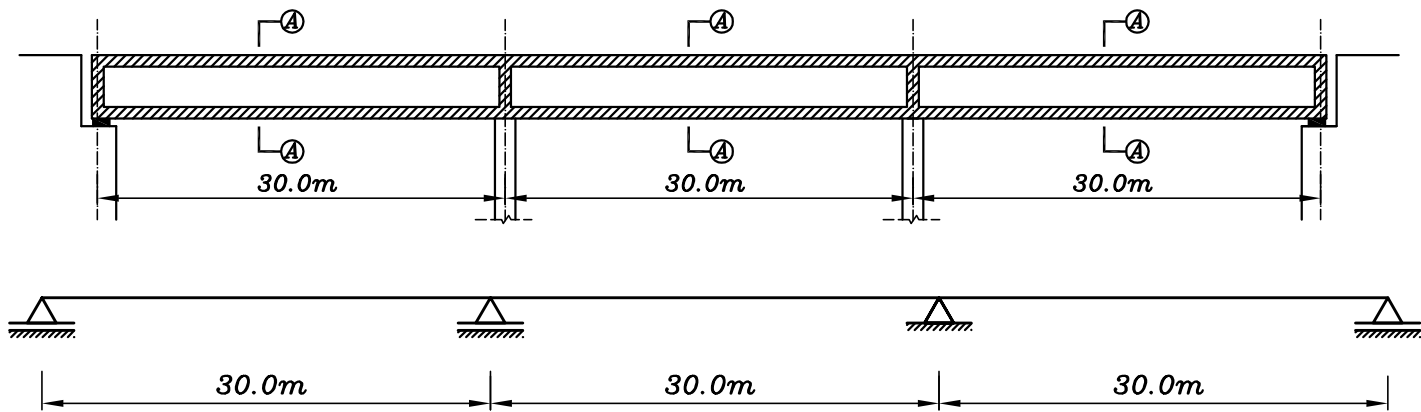
- 1- Calculate the maximum bending moment acting at different critical sections due to dead and live loads.
- 2- Calculate the maximum torsional moment acting on the cross section. Draw the torsional moment diagram and the corresponding shear force diagrams along the bridge spans.

Given:

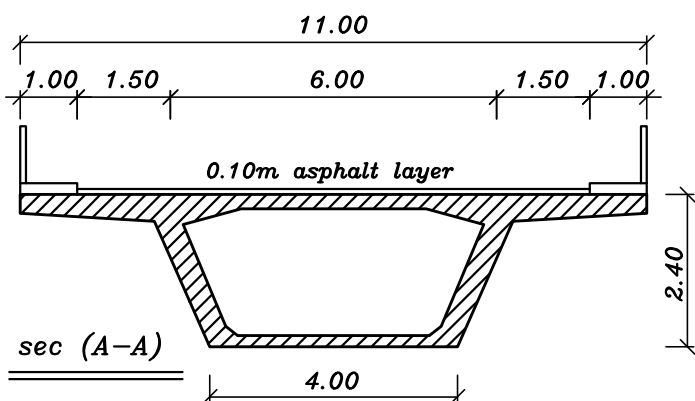
Weight of asphalt layer = 22.0 kN/m³

Weight of hand rail = 1.0 kN/m'

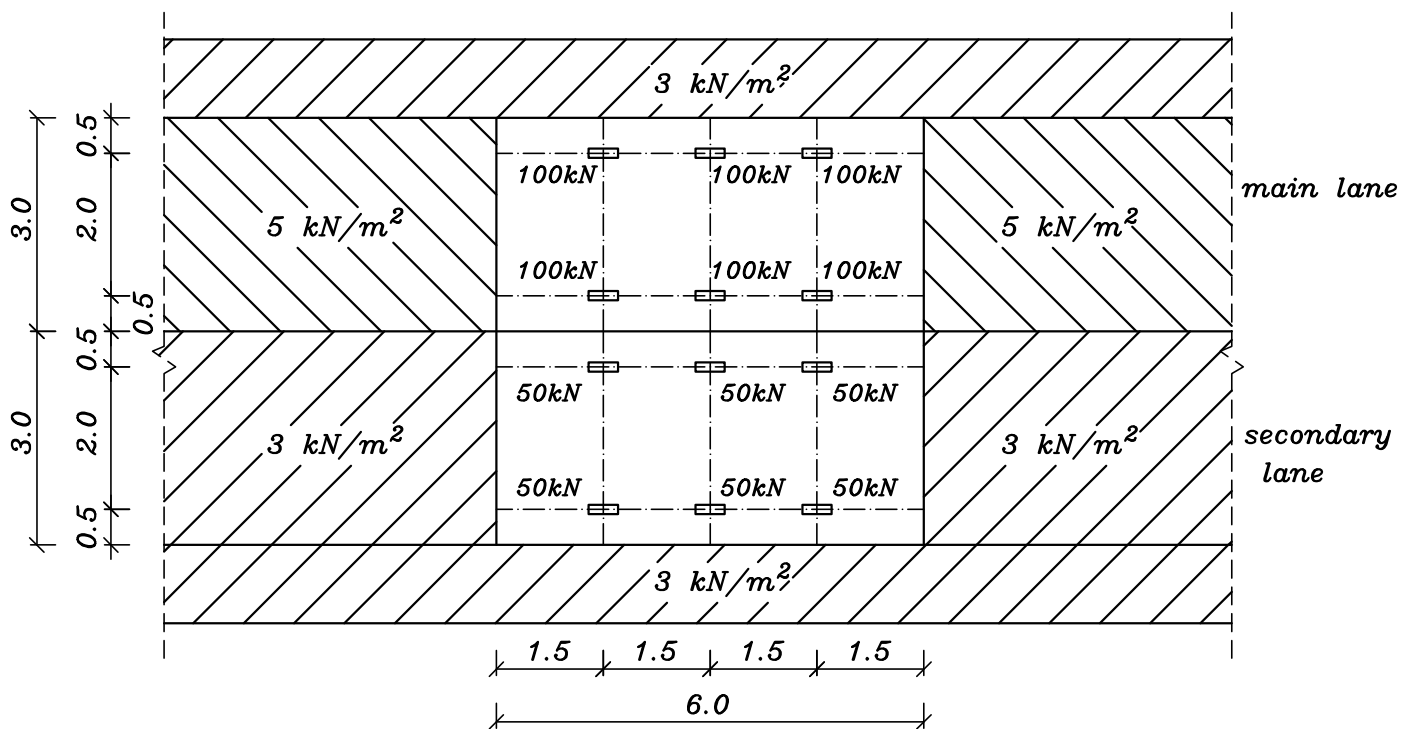
Side shoulders are plain concrete with 200mm thickness



Statical system



Average thickness of top slab=300mm
 Average thickness of bottom slab=200mm
 Average thickness of each web=400mm



Solution

1- Dead loads:

$$L' = \sqrt{(2.4)^2 + (1.0)^2}$$

$$L' = 2.6\text{m}$$

Area of cross section

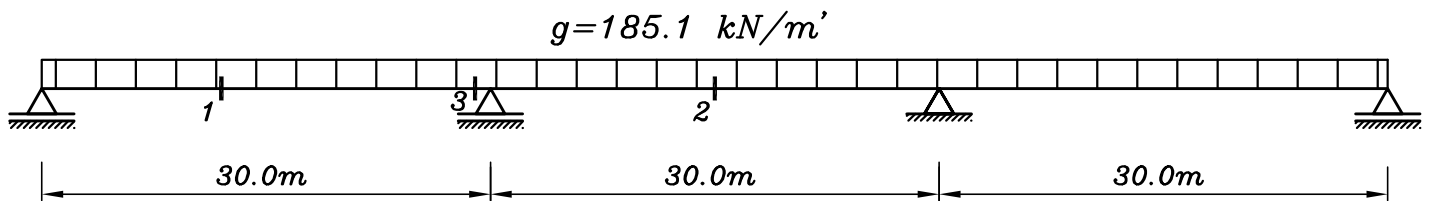
= Area of (top slab + bottom slab + webs)

$$\Rightarrow A = 11 * 0.3 + 4 * 0.2 + (2.6 * 0.4) * 2 = 6.18\text{m}^2$$

Dead load = o.w. of (cross section + asphalt layer + side shoulders + handrail)

$$g = 6.18 * \gamma_{R.C.} + 9.0 * 0.1 * \gamma_{asph.} + (1.0 * 0.2 * \gamma_{P.C.}) * 2 + 1 * 2$$

$$g = 185.1 \text{ kN/m'}$$



Using I.L. diagram of continuous beam (3 span)

sec(1-1)

$$B.M. = \Sigma \text{Distributed load} * \text{Average value (A)} * (\text{span})^2$$

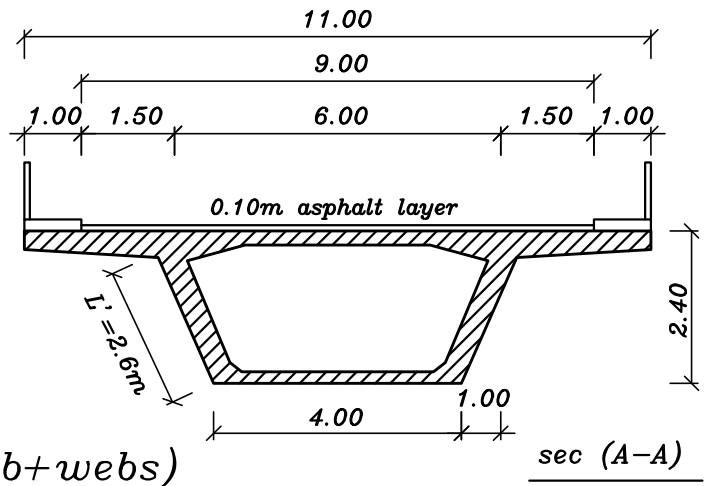
$$M_D = 185.1 * (30)^2 * (0.0953 - 0.020 + 0.007)$$

$$M_D = 13710.36 \text{ kN.m}$$

sec(2-2)

$$M_D = 185.1 * (30)^2 * (0.075 - 0.025 * 2)$$

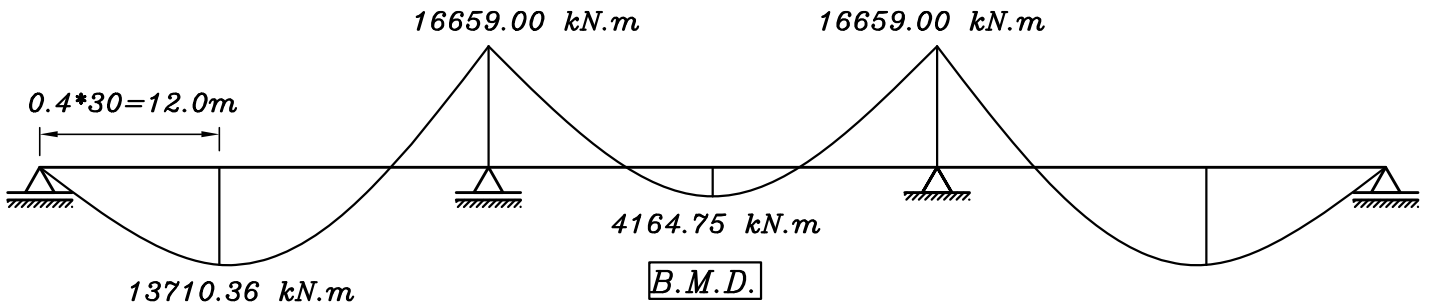
$$M_D = 4164.75 \text{ kN.m}$$



sec(3-3)

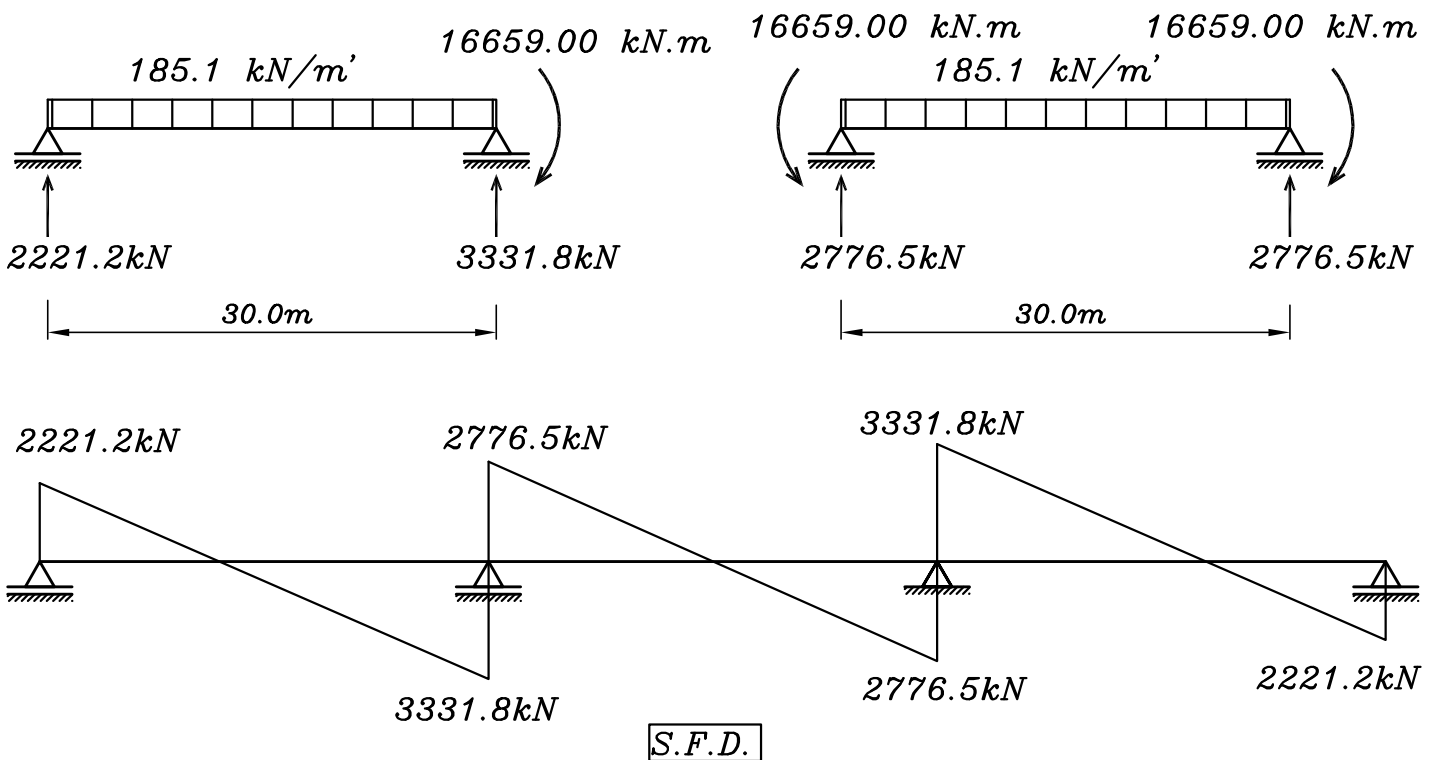
$$M_D = 185.1 * (30)^2 * (0.067 + 0.050 - 0.017)$$

$$M_D = 16659.00 \text{ kN.m}$$

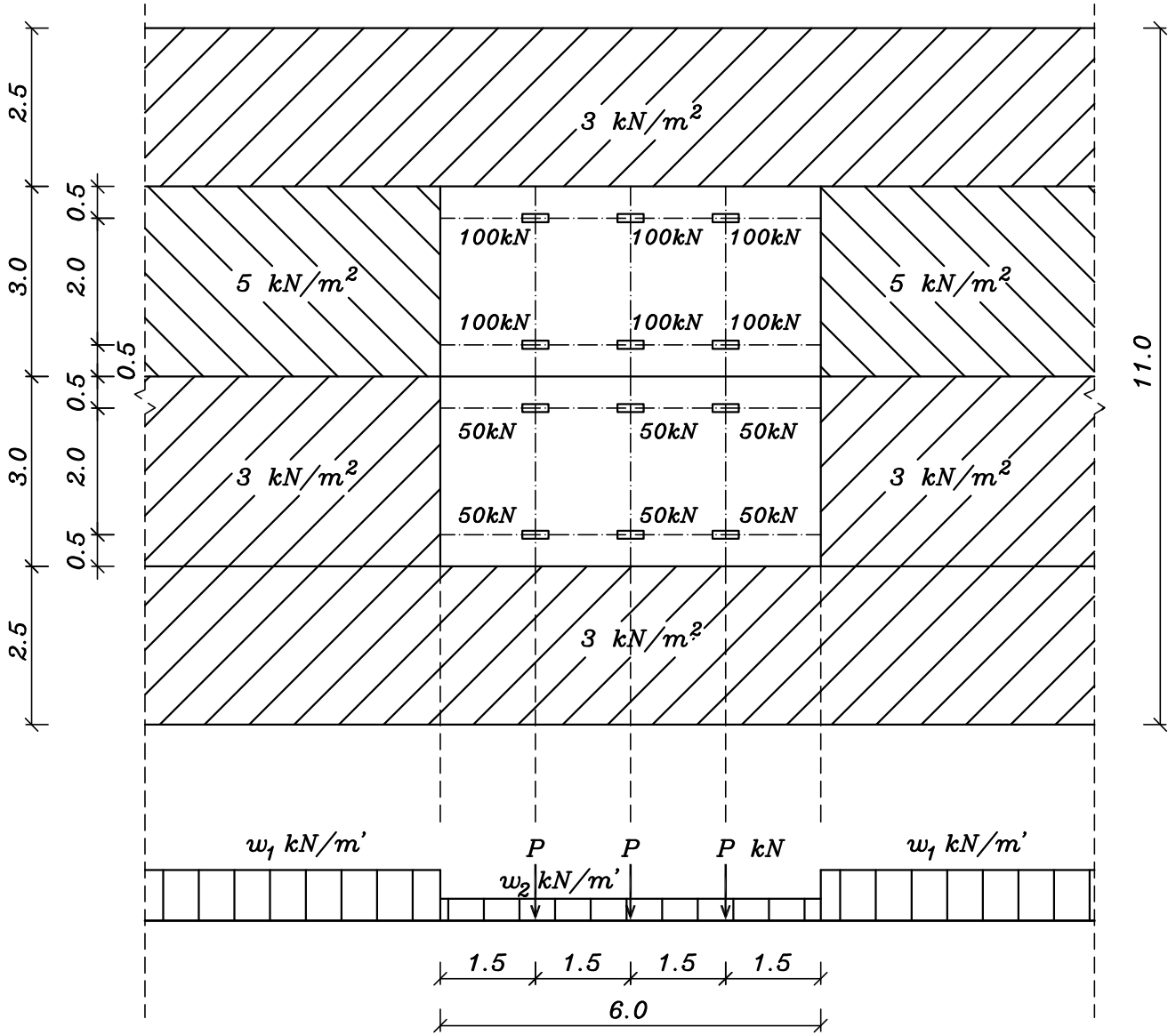


لاحظ ان (max. moment for sec 1) عند (0.4L) من الركيزة الطرفية اى انه ليس فى منتصف البحر لذلك لم نسقط (parabola) بقيمة $(gL^2/8)$

To get reactions at supports



2- Live loads:



$$I = 0.4 - 0.008 * 30 = 0.16$$

$$P = 100 * 1.16 * 2 + 50 * 2 = 332 \text{ kN}$$

$$w_1 = 5 * 1.16 * 3 + 3 * (11 - 3) = 41.4 \text{ kN/m'}$$

$$w_2 = 3 * (11 - 6) = 15 \text{ kN/m'}$$

نقوم بتحريك هذه الاحمال على بحر الكوبرى حتى نحصل على اكبر (B.M.)

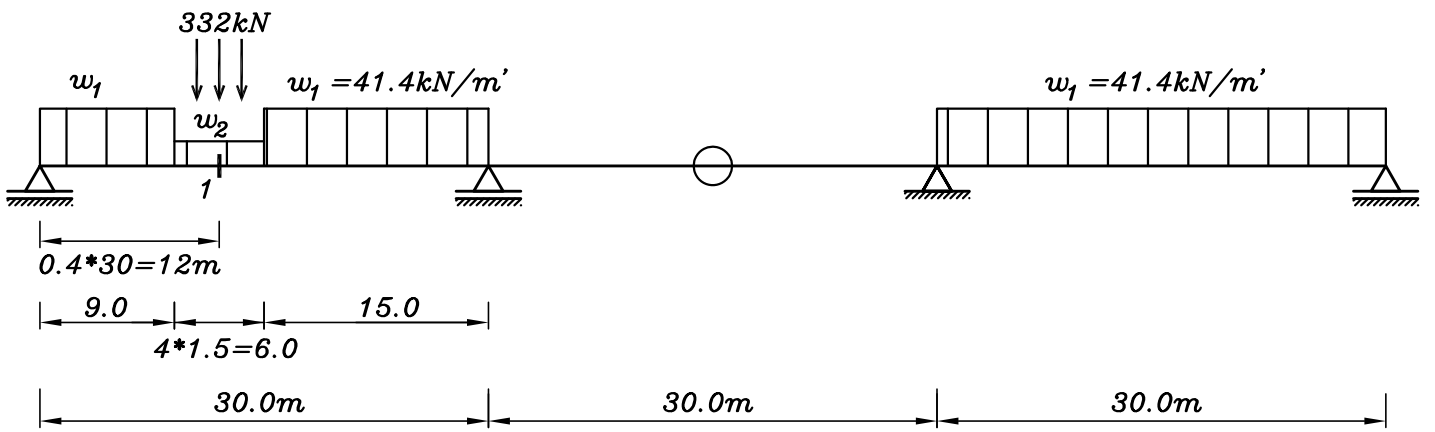
Case of max. +ve at sec (1-1)

يكون (sec of max +ve) على بعد (0.4L) من الركيزة الطرفية .

نقوم بتحميل الباكية اليمنى و اليسرى فقط و لا نحمل الباكية الوسطى حتى

نحصل على اكبر (B.M.)

10



لتسهيل التعامل مع (distributed loads) فى الباكية اليسرى

$$w_{av} = \frac{15 \cdot 6.0 + 41.4 \cdot (9.0 + 15.0)}{30.0} = 36.12 \text{ kN/m}$$

Using I.L. of B.M. for sec1:

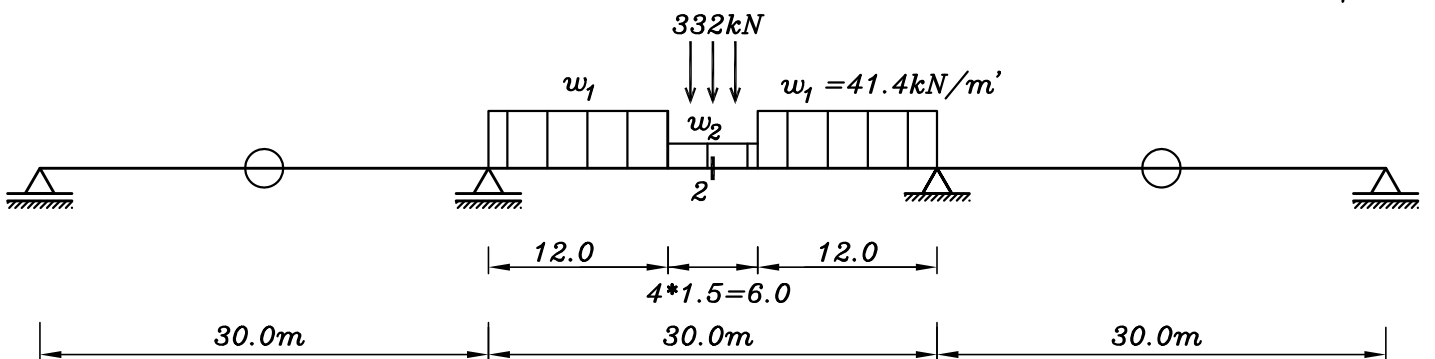
$$B.M. = \Sigma \text{Load} \cdot \text{ordinate of I.L. under the position of load} \cdot \text{span} + \Sigma \text{Distributed load} \cdot \text{Average value (A)} \cdot (\text{span})^2$$

$$M_L = 332 \cdot (0.204 + 0.178 + 0.182) \cdot 30 + 36.12 \cdot 0.0953 \cdot (30)^2 + 41.4 \cdot 0.007 \cdot (30)^2$$

$$M_L = 8976.27 \text{ kN.m}$$

Case of max. +ve at sec (2-2)

نقوم بتحميل الباكية الوسطى فقط حتى نحصل على اكبر (B.M.)



$$w_{av} = 36.12 \text{ kN/m}$$

Using I.L. of B.M. for sec2:

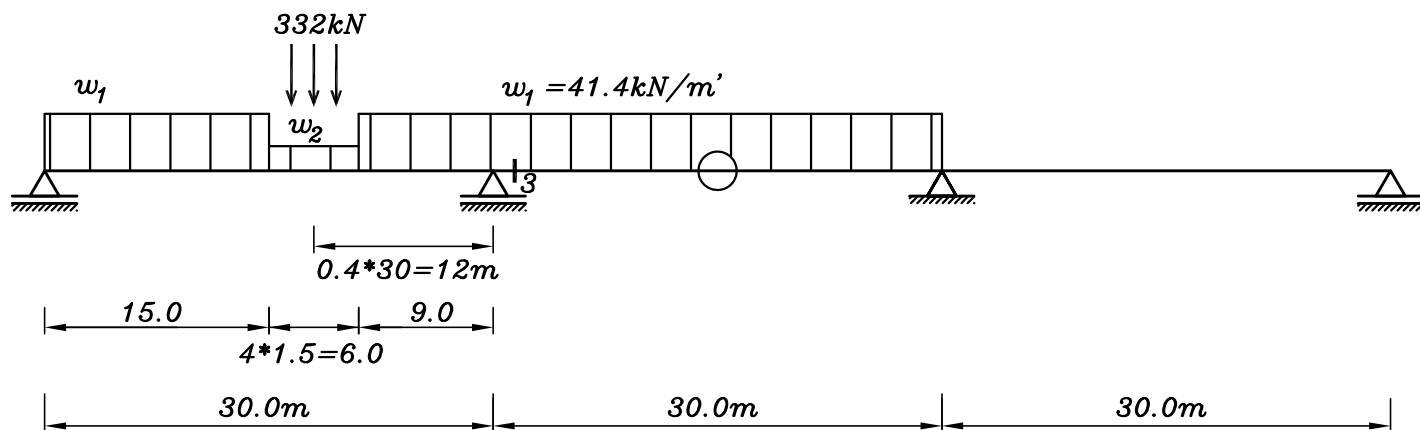
$$B.M. = \Sigma \text{Load} * \text{ordinate of I.L. under the position of load} * \text{span} \\ + \Sigma \text{Distributed load} * \text{Average value (A)} * (\text{span})^2$$

$$M_L = 332 * (0.175 + 0.152 * 2) * 30 + 36.12 * 0.075 * (30)^2$$

$$M_L = 7208.94 \text{ kN.m}$$

Case of max. -ve at sec (3-3)

نقوم بتحميل الباكية اليسرى و الوسطى فقط و لا نحمل الباكية اليمنى حتى
نحصل على اكبر (B.M.)



$$w_{av} = 36.12 \text{ kN/m (for left panel)}$$

Using I.L. of B.M. for sec3:

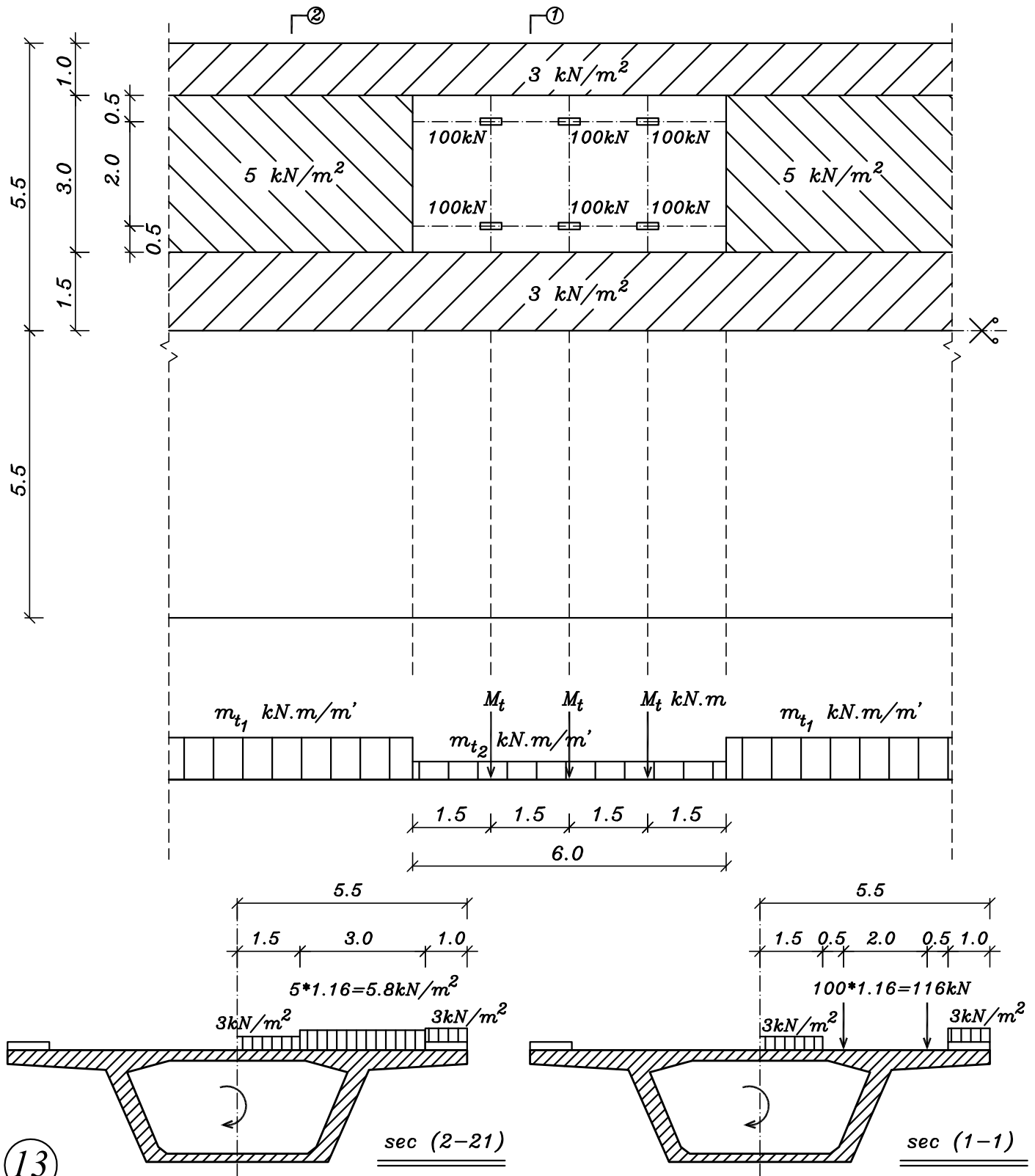
$$B.M. = \Sigma \text{Load} * \text{ordinate of I.L. under the position of load} * \text{span} \\ + \Sigma \text{Distributed load} * \text{Average value (A)} * (\text{span})^2$$

$$M_L = 332 * (0.103 + 0.10 * 2) * 30 + 36.12 * 0.067 * (30)^2 \\ + 41.4 * 0.05 * (30)^2$$

$$M_L = 7058.92 \text{ kN.m}$$

sec.	M_D (kN.m)	M_L (kN.m)	$M_{max.} = M_D + M_L$
1-1	13710.36	8976.27	22686.63
2-2	4164.75	7208.94	11373.69
3-3	16659.00	7058.92	23717.92

-To get max. torsional moment:



13

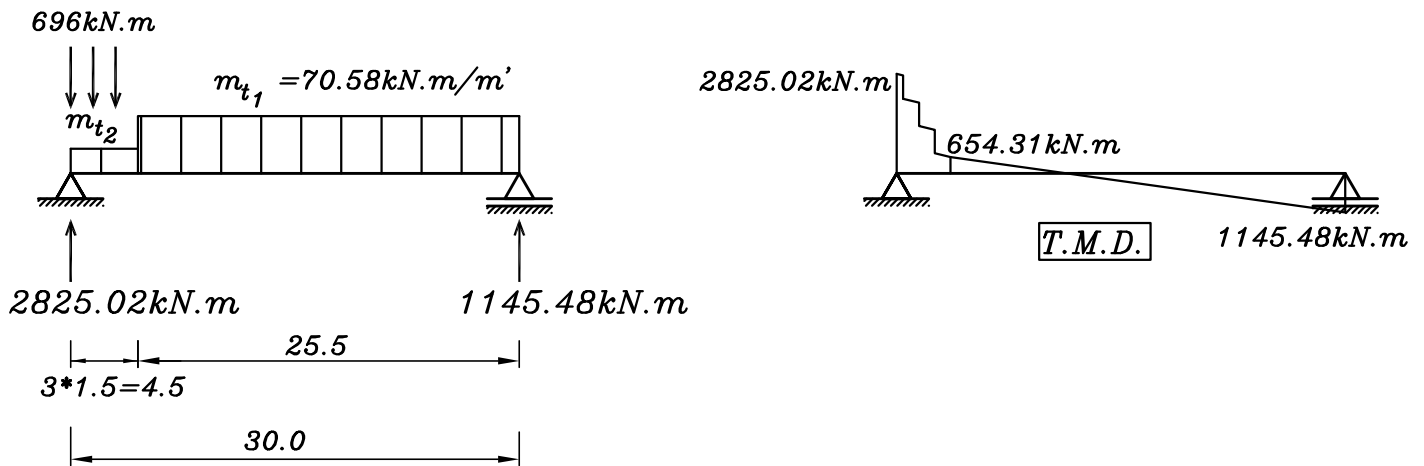
نقوم بتحميل نصف عرض الكوبرى فقط حتى نحصل على اكبر عزم التواء .

$$M_t = 116 * (2.0 + 4.0) = 696 \text{ kN.m}$$

$$m_{t_1} = 3 * 1.5 * 0.75 + 5.8 * 3.0 * 3.0 + 3 * 1.0 * 5.0 = 70.58 \text{ kN.m/m'}$$

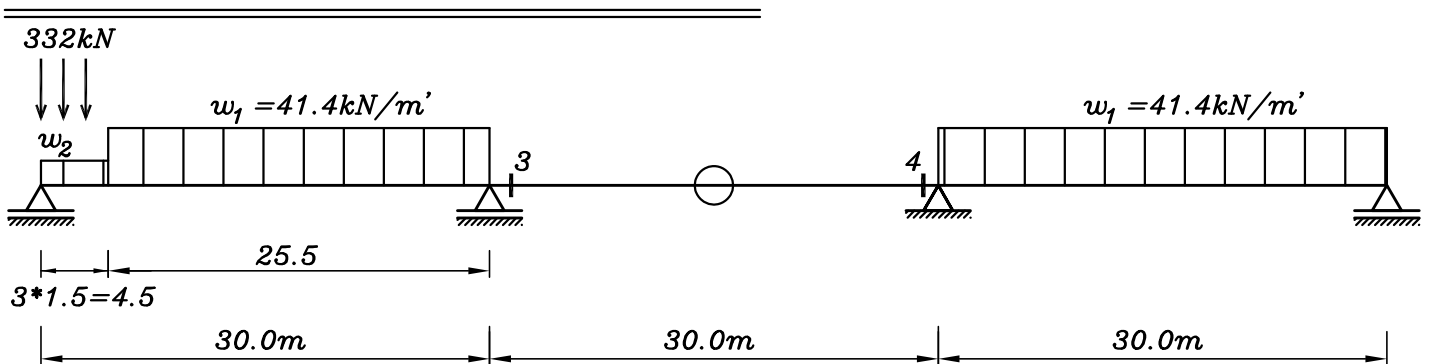
$$m_{t_2} = 3 * 1.5 * 0.75 + 3 * 1.0 * 5.0 = 18.38 \text{ kN.m/m'}$$

نقوم بتحريك هذه الاحمال على بحر الكوبرى حتى نحصل على اكبر (torsional moment)



عند التعامل مع عزوم الالتواء فى (Box girder bridges) نتعامل مع كل باكية على حدة كأنها (simply supported)

-To get corresponding shear:



To get reactions at supports we have to calculate (M_3, M_4)

$$w_{av} = \frac{15 * 4.5 + 41.4 * 25.5}{30.0} = 37.44 \text{ kN/m (for left panel)}$$

Using I.L. of B.M. for sec3:

$$M_3 = 332 \cdot (0 + 0.014 + 0.027) \cdot 30 + 37.44 \cdot 0.067 \cdot (30)^2 - 41.4 \cdot 0.017 \cdot (30)^2$$

$$M_3 = 2032.57 \text{ kN.m}$$

Using I.L. of B.M. for sec4:

$$M_4 = 41.4 \cdot 0.067 \cdot (30)^2 - 37.44 \cdot 0.017 \cdot (30)^2 - 332 \cdot (0 + 0.007 + 0.0035) \cdot 30$$

$$M_4 = 1819.01 \text{ kN.m}$$

