স্বাগতম

মোহাম্মদ মাইনুল ইসলাম

বি এস সি ইন সিভিল ইঞ্জিঃ**(DUET)**

চিফ ইন্সট্রাক্টর (টেক/সিভিল)

শেরপুর পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট, শেরপুর।

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম
টেকনোলজিঃ সিভিল
পর্বঃ ৫ম
বিষয়ের নাম ও কোডঃ থিওরী অব স্ট্রাকচার, ২৬৪৫৪

থিওরি অব স্ট্রাকচার

Theory of StrucTure (66454)

প্রথম অধ্যায়

বিমের শিয়ার ফোর্স এবং বেন্ডিং মোমেন্ট

(Shear force and Bending moment of Beam)

অধ্যায়ের আলোচ্য বিষয় :

- বীম ও বীমের প্রকারভেদলোড ও লোডের প্রকারভেদ
- সাপোর্ট ও সাপোর্টের প্রকারভেদ
- শিয়ার ফোর্স ,বেন্ডিং মোমেন্ট , বিপজ্জনক সেকশন এবং ইনফ্লেকশন বিন্দু
- শিয়ার ফোর্স এবং বেন্ডিং মোমেন্টের সম্পর্ক
- শিয়ার ফোর্স ও বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রাম এর বৈশিষ্ট্য
- সমস্যাবলির সমাধান

বীমের সংজ্ঞাঃ

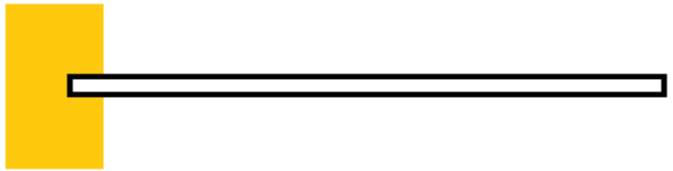
প্রস্থচ্ছেদ এর তুলনায় লম্বা যে কোন দন্ডকে তার এক বা একাদিক বিন্দুকে সাপোর্ট করে যদি তার উপর এমনভাবে লোড প্রয়োগ করা হয় যাতে দন্ডটি বেঁকে যায় কিংবা যেতে চায় তবে তাকে বিম বলে।

বীমের প্রকারভেদঃ

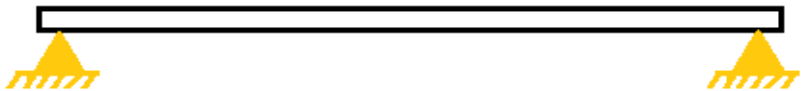
সাপোর্ট অনুসারে বীমকে ৫ ভাগে ভাগ করা যায়। যথাঃ

(১) ক্যান্টিলিভার বীম (Cantilever Beam)
(২) সাধারনভাবে স্থাপিত বীম (Simply Supported Beam)
(৩) ঝুলন্ত বীম (Over hanging Beam)
(৪) আবদ্ধ বীম (Fixed Beam)
(৫) অবিচ্ছিন্ন বীম (Continuous Beam)

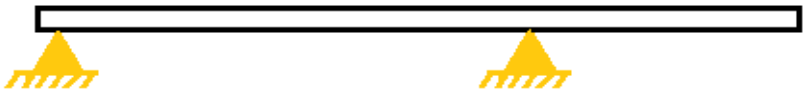
❑ বিভিন্ন ধরনের বীমের চিত্রঃ



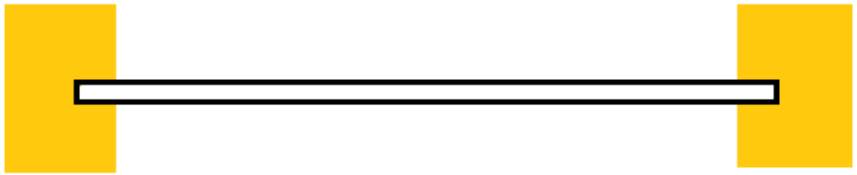
1. Cantilever Beam



2.Simply supported Beam



3. Overhanging Beam



4. Fixed Beam

5. Continuous Beam

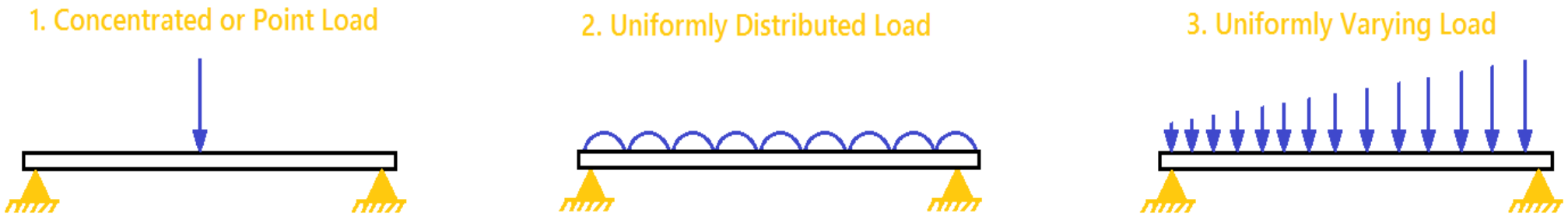
লোডঃ

কোন কাঠামোর উপর বাহির থেকে প্রযুক্ত সকল বল বা বলের সমন্বয়কে উক্ত কাঠামোর লোড বলে।

লোডের প্রকারভেদঃ

লোড সাধারনত ৩ প্রকার। যথাঃ

১) কেন্দ্রীভূত বা বিন্দু লোড (Concentrated or Point load)
২) সমভাবে বন্টিত লোড (Uniformly distributed load)
৩) অসমভাবে বন্টিত লোড (Non-uniformly distributed load)



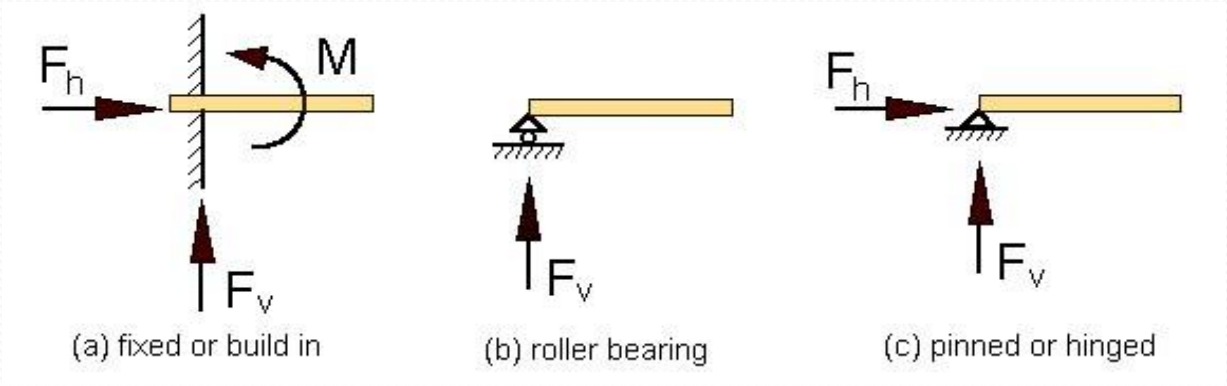
❖ সাপোর্টঃ

সাপোর্ট সাধারনত ৩ প্রকার। যথাঃ

১) আবদ্ধ সাপোর্ট (Fixed Support)

২) রোলার সাপোর্ট (Roller Support)

৩) হিঞ্জ বা পিন সাপোর্ট (Hing or Pinned Support)



শিয়ার ফোর্সঃ

কোন বীমের যে কোন সেকশনের ডানে বা বামে ক্রিয়াশীল সকল ভার্টিক্যাল ফোর্সের বীজগানিতিক যোগফলকে ঐ সেকশনের শিয়ার ফোর্স বলে।

বেন্ডিং মোমেন্টঃ

কোন বীমের যে কোন সেকশনের ডানে বা বামে ক্রিয়াশীল সকল ভার্টিক্যাল ফোর্সের মোমেন্টের বীজগানিতিক যোগফলকে ঐ সেকশনের বেন্ডিং মোমেন্ট বলে।

বিপজ্জনক সেকশনঃ

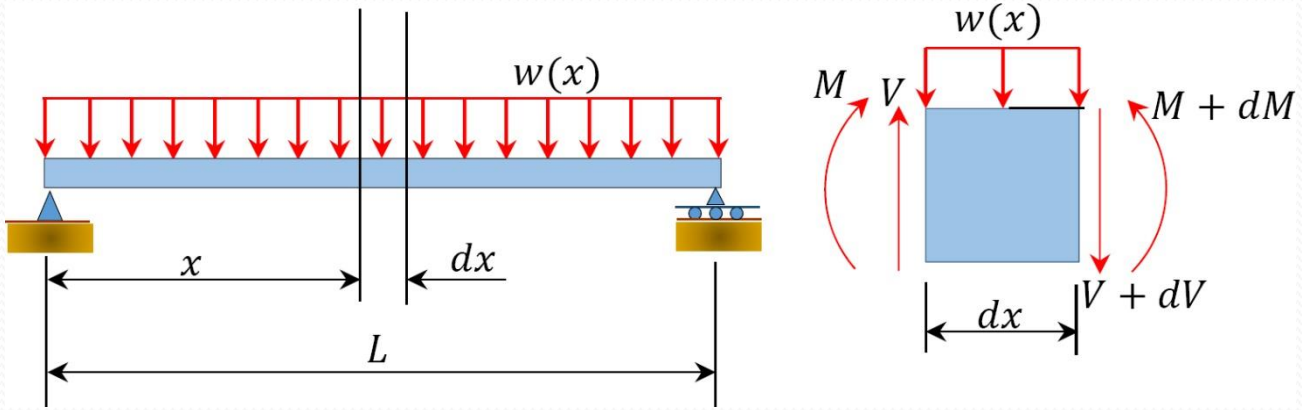
কোন বীমের শিয়ার ফোর্স ডায়াগ্রামের যে সেকশনে শিয়ার ফোর্স চিহ্ন পরিবর্তন করে (অথাৎ +ve হতে -ve হয় অথবা -ve হতে +ve হয়) তাকে বিপজ্জনক সেকশন বলে

ইনফ্লেকশন পয়েন্টঃ

কোন বীমের বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রামের যে সেকশনে বেন্ডিং মোমেন্ট চিহ্ন পরিবর্তন করে (অথাৎ +ve হতে -ve হয় অথবা -ve হতে +ve হয়) তাকে ইনফ্লেকশন পয়েন্ট বলে।

❖ শিয়ার ফোর্স এবং বেন্ডিং মোমেন্টের সম্পর্ক (Relation between shear force and bending moment) :

সমভাবে বন্টিত লোডের একটি সাধারণভাবে স্থাপিত বীম বিবেচনা কর। মনে করি, সাধারণভাবে স্থাপিত বীমের দৈর্ঘ্য ` L । এর প্রতি একক দৈর্ঘ্যে ` W ' লোড সমভাবে বন্টিত। বীমের বাম প্রান্ত হতে ` X ' দূরত্বে একটি ক্ষুদ্র অংশ dx নেই। বীমের বাম প্রান্ত হতে ` X ' দূরত্বে শিয়ার ফোর্স V এবং (X+dx) দূরত্বে V+dv । মনে করি, `dx' অংশ সাম্যবস্থায় আছে।



এখানে,

`x’ দূরত্বে বেন্ডিং মোমেন্টের পরিমান = M

এবং (x+dx) দূরত্বে বেন্ডিং মোমেন্টের পরিমান = M+dM

এখন `dx’ অংশের C বিন্দুতে মোমেন্ট হলে

$(V+dv)\times dx-(M+dM)+M-Wdx.\frac{dx}{2}=0$

বা, $Vdx+dvdx-M-dM+M-\frac{Wdx^2}{2}=0$

Dv এবং dx খুবই ক্ষদ্র বলে এবং এদের গুনফল আরো ক্ষুদ্র বলে অগ্রাহ্য করলে V_{dx}- dM = 0

বা, V_{dx}=dM

বা, $\frac{dM}{dx}$ = V

অতএব, যে কোন সেকশনের বেন্ডিং মোমেন্ট পরিবর্তন হার $\frac{dM}{dx}$ ঐ সেকশনের শিয়ার ফোর্স V এর সমান, অর্থাৎ মোমেন্ট পরিবর্তনের হার = V শিয়ার ফোর্স। এটাই শিয়ার ফোর্স এবং বেন্ডিং মোমেন্টের মধ্যে সম্পর্ক।

❖ শিয়ার ফোর্স ডায়াগ্রাম এর বৈশিষ্ট্যঃ

১. শিয়ার ফোর্স ডায়াগ্রাম সরলরেখা বা পরিবর্তনশীল বক্ররেখা দ্বারা গঠিত।

২. সাধারণ ধনাত্মক শিয়ার ফোর্স রেফারেন্স লাইনের উপরের দিকে এবং ঋণাত্মক শিয়ারফোর্স রেফারেন্স লাইনের নীচের দিকে অংকন করা হয়।

৩. শিয়ার ফোর্স ডায়াগ্রামের আনুভূমিক রেখা, দুই খাঁড়া লোডের মাঝের অবস্থান নির্দেশ করে। অর্থাৎ লোড শূন্যবস্থায় শিয়ার ফোর্সের কোন পরিবর্তন হয় না।

৪. শিয়ার ফোর্স ডায়াগ্রামের উলম্ব রেখা ও রেখার মান যথাক্রমে কেন্দ্রীভূত লোডের প্রয়োগ বিন্দু ও কেন্দ্রীভূত লোডের পরিমান নির্দেশ করে।

৫. শিয়ার ফোর্স ডায়াগ্রামের তির্যক রেখা বীমের উপর সমভাবে বন্টিত লোড নির্দেশ করে।

৬. শিয়ার ফোর্স ডায়াগ্রামের বক্ররেখা বীমের উপর পরিবর্তনশীল লোড নির্দেশ করে।

❑ বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রাম এর বৈশিষ্ট্যঃ

১. বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রাম, সরলরেখা অথবা মসৃন বক্ররেখা দ্বারা গঠিত হবে।

২. বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রামের তীর্যক সরলরেখা বীমের উপর লোড শূন্য অবস্থা নির্দেশ করে।

৩. সাধারন ধনাত্মক বেন্ডিং মোমেন্ট রেফারেন্স লাইনের উপরের দিকে এবং ঋনাত্মক বেন্ডিং মোমেন্ট রেফারেন্স লাইনের নিচের দিকে অবস্থান করে।

৪. ডায়াগ্রামের মসৃন বক্ররেখা বা ২য় বাঁক বীমের উপর সমভাবে বন্টিত লোড নির্দেশ করে।

৫. ডায়াগ্রামের পরিবর্তনশীল বক্ররেখা বা ৩য় ডিগ্রী বাঁক বীমের উপর ত্রিভুজকৃতি লোড নির্দেশ করে।

৬. বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রামের উলম্ব রেখা ও রেখার মান যথাক্রমে বীমের উপর বিশুদ্ধ মোমেন্ট বা যুগল এর প্রয়োগ বিন্দু ও পরিমান নির্দেশ করে।

❖ নিচের চিত্র হতে শিয়ার ফোর্স এবং বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রাম অংকন কর।

Rection Calculation :

$R_B = 2+3+3=8$ KN

S.F Calculation : From Free end

$V_{A/L} = 0$

$V_{A/R} = -3$ KN

$V_{C/L} = -3$ KN

$V_{C/R} = -3-3 = -6$ KN

$V_{D/L} = -6$ KN

$V_{D/R} = -6-2 = -8$ KN

$V_{B/L} = -14-10 = -24$ KN

$V_{B/R} = -24+24 = 0$ KN

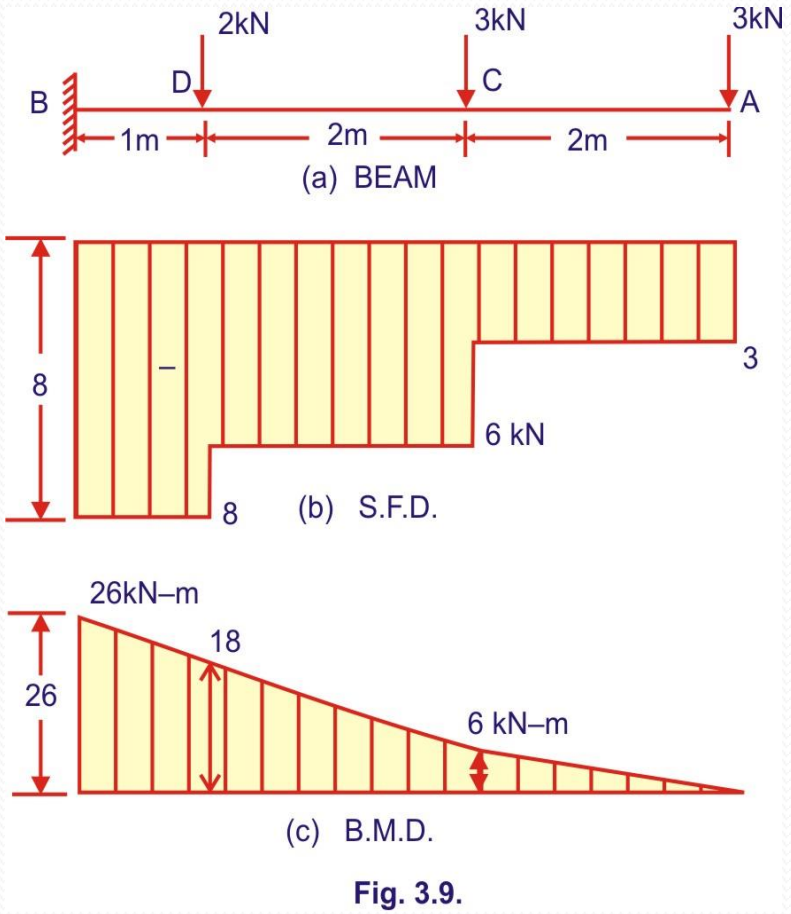


Fig. 3.9.

B.M Calculation : From Free end

$$M_A = 0$$
$$M_C = -3 \times 2 = -6\ KN - M$$
$$M_D = -3 \times 4 - 3 \times 2 = -18\ KN - M$$
$$M_B = -3 \times 5 - 3 \times 3 - 2 \times 1 = 26\ KN - M$$

❑ নিচের চিত্র হতে শিয়ার ফোর্স এবং বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রাম অংকন কর।

Rection Calculation :

$\sum M_A = 0$ +ve ↷

$20 \times 4 \times \frac{4}{2} + 10 \times 8 - R_B \times 10 = 0$

$R_B = 24\ KN$

$\sum M_B = 0$ +ve ↷

$-20 \times 4 \times \left(6 + \frac{4}{2}\right) - 10 \times 2 + R_A \times 10 = 0$

$R_A = 66KN$

S.F Calculation : From left side

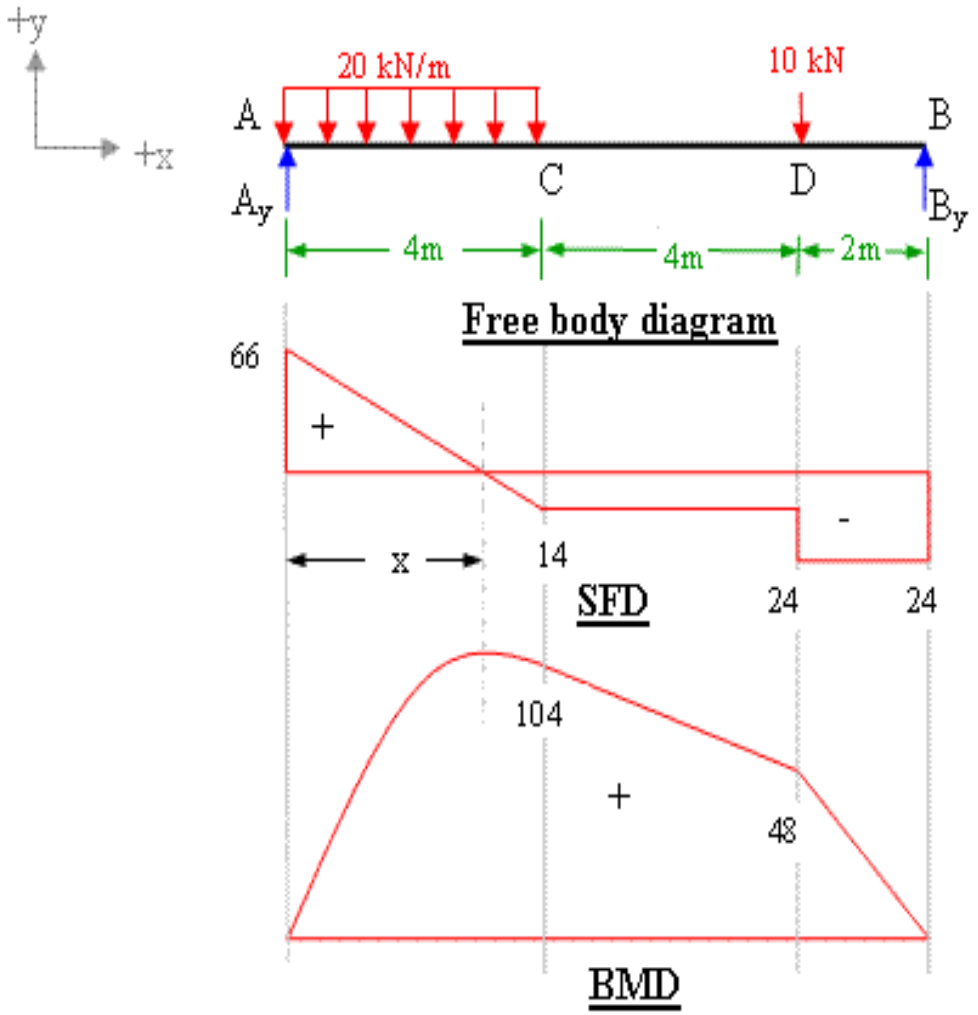
$V_{A/L} = 0$

$V_{A/R} = 66\ KN$

$V_{C/L} = 66 - 80 = -14\ KN$

$V_{C/R} = -14\ KN$

$V_{D/L} = -14\ KN$



$$V_{D/R} = -14 - 10 = -24\ \text{KN}$$
$$V_{B/L} = -24\ \text{KN}$$
$$V_{B/R} = -24 + 24 = 0\ \text{KN}$$

B.M Calculation : From left side

$$M_A = 0$$
$$M_C = 66 \times 4 - 20 \times 4 \times \frac{4}{2} = 104\ \text{KN} - \text{M}$$
$$M_D = 66 \times 8 - 20 \times 4 \times \left(4 + \frac{4}{2}\right) = 48\ \text{KN} - \text{M}$$
$$M_B = 66 \times 10 - 20 \times 4 \times \left(6 + \frac{4}{2}\right) - 10 \times 2 = 0\ \text{KN} - \text{M}$$

❖ নিচের চিত্র হতে শিয়ার ফোর্স এবং বেন্ডিং মোমেন্ট ডায়াগ্রাম অংকন কর।

Rection Calculation :

$\sum M_A = 0$ +ve ↷

$$20 \times 4 \times \frac{4}{2} + 40 - R_B \times 10 = 0$$

$$R_B = 20 \text{ KN}$$

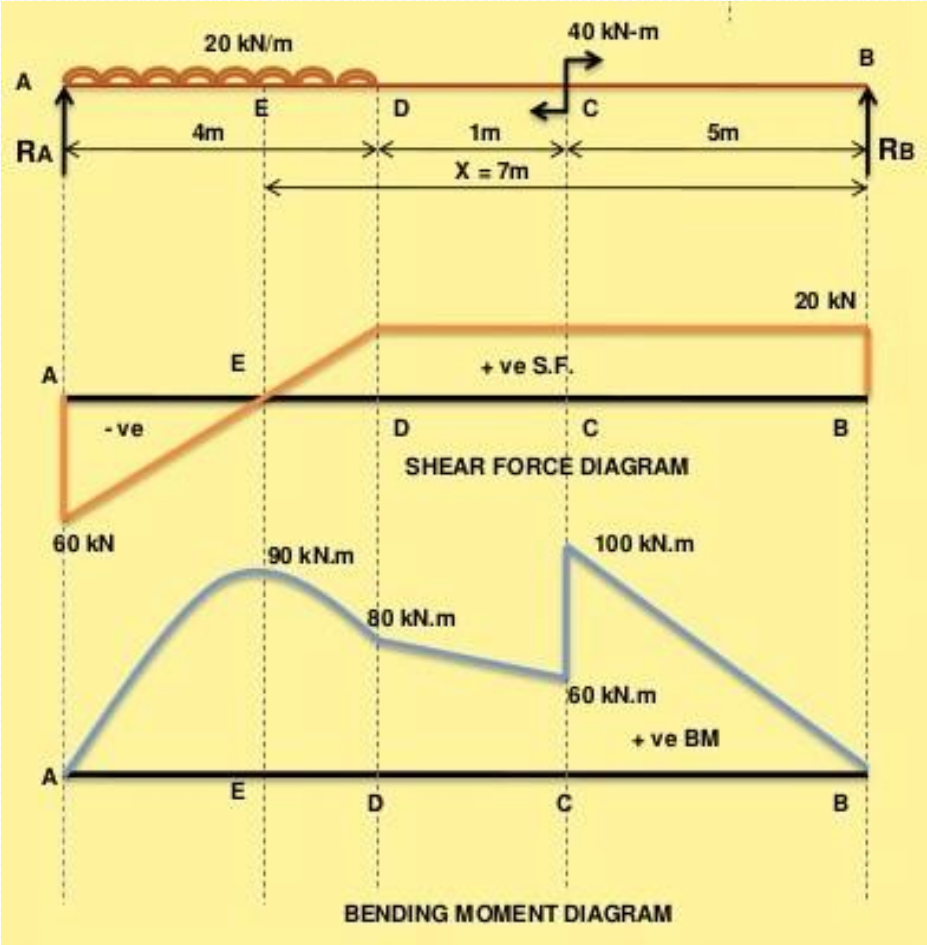
$\sum M_B = 0$ + ve ↷

$$-20 \times 4 \times \left(6 + \frac{4}{2}\right) + 40 + R_A \times 10 = 0$$

$$R_A = 60 \text{ KN}$$

S.F Calculation : From left side

$$V_{A/L} = 0$$
$$V_{A/R} = 60 \text{ KN}$$



$V_{D/L} = 60 - 80 = -20\ KN$

$V_{D/R} = -20\ KN$

$V_C = -20\ KN$

$V_{B/L} = -20\ KN$

$V_{B/R} = -20 + 20 = 0\ KN$

Dangerous section from left side: X = $\frac{60}{20}$ = 3 m

B.M Calculation : From left side

$M_A = 0$

$M_E = 60 \times 3 - 20 \times 3 \times \frac{3}{2} = 90\ KN - m$

$M_C = 60 \times 4 - 20 \times 4 \times \frac{4}{2} = 80\ KN - m$

$M_{C/L} = 60 \times 5 - 20 \times 4 \times \left(1 + \frac{4}{2}\right) = 60\ KN - m$

$M_{C/R} = 60 \times 5 - 20 \times 4 \times \left(1 + \frac{4}{2}\right) + 40 = 100\ KN - m$

$M_B = 60 \times 10 - 20 \times 4 \times \left(6 + \frac{4}{2}\right) + 40 = 0\ KN - m$

এই পাঠ সম্পর্কিত তোমাদের প্রশ্ন

THANK YOU

FOR WATCH OUR PRESENTATION