بسم ا...الرحمن الرحیم

دانشکده فنی و مهندسی

گروه عمران

آزمایشگاه مقاومت مصالح

آزمایش شماره 6

عنوان: قوس دو مفصلی با رسم خط تاثیر

هدف :

خط تاثیرنیرو و خمش برای قوس دو مفصلی با بهره گیری ازقانون کاستیگیلیانو

استاد : دکتر عزیزی

اعضای گروه :

محسن مروتی

علی پارسی

میلاد روان

محمد ورمزیاری

محمد رحیمی نژاد

جواد زارعی

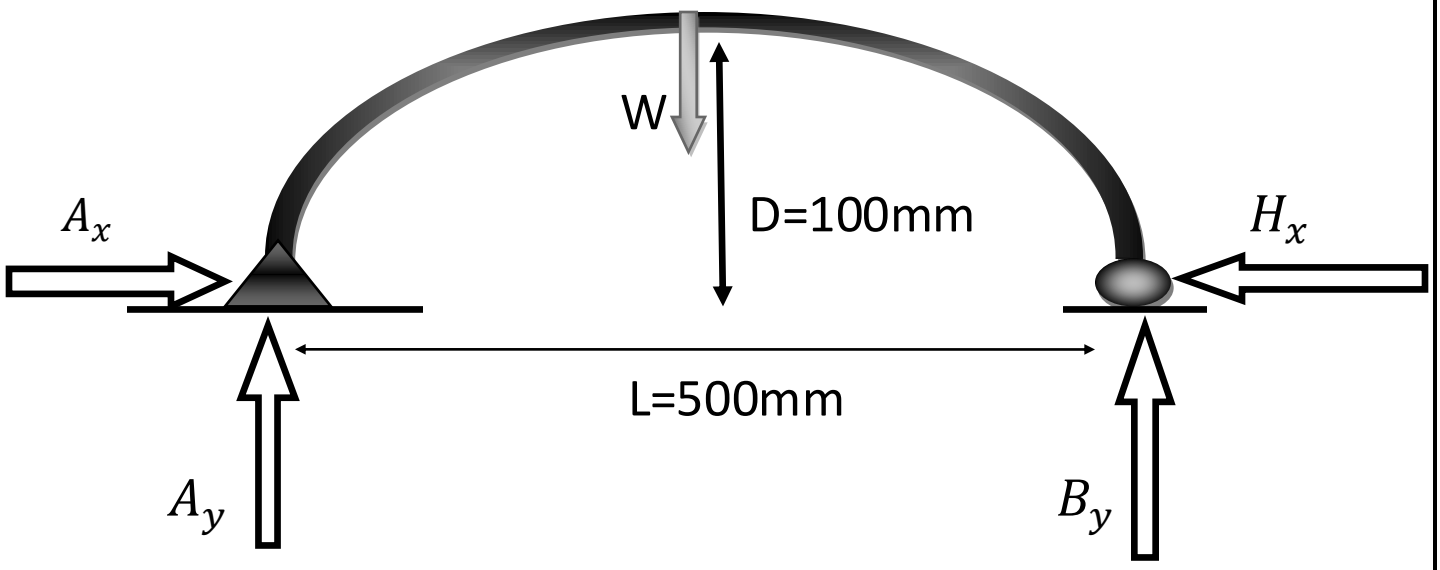
تاریخ انجام آزمایش:1393/2/6 وساعت:13:30

تئوری آزمایش :

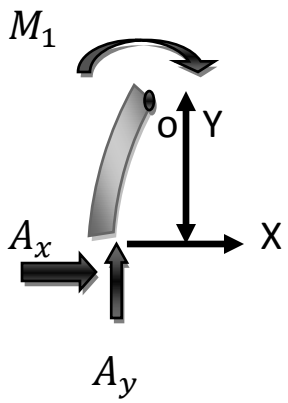
پل های قوسی ساختارهای محبوبی در مهندسی می باشندکه می توانند به عنوان پل و تیر خمیده مورد استفاده قرار گیرند. معمولا این پل ها , نامعین استاتیکی هستند. در پل های قوسی غالبا نیروهای عمودی , ممان های خمشی و نیروهای برشی وجود ندارند.

این پل دارای توزیع بار غیریکنواخت می باشد که دو انتهای آن بر روی تکیه گاههایی قرار دارند که یکی از این تکیه گاهها غلتکی و دیگری ثابت است. ساعتهای اندازه گیری , خیز عمودی و افقی پل قوسی را تحت بارگذاری نشان می دهد. تا هنگامیکه در یک انتهای تیر، تکیه گاه غلتکی وجود دارد, پل معین استاتیکی است و هنگامی که تکیه گاه غلتکی تبدیل به تکیه گاه ثابت شود , پل نامعین استاتیکی می شود.

یکی ازمباحث مقاومت مصالح،رسم دیاگرام های برشی وخمشی برای یک سازه مهندسی است.دررسم دیاگرام برشی وخمشی دوحالت میتواند پیش بیاید،اول اینکه باروواردشده به سازه درطول کل تیر دریک موقعیت ثابت ومشخص باشد.حالت دوم زمانی است که موقعیت باروارده درطول تیرتغییرکند ،دراین دوحالت می توان برای سازه موردنظر،دیاگرام های برشی وخمشی رارسم کرد،که درحالت دوم این دیاگرام ها راخط تاثیر می نامند.



تئوری قوس دومفصلی توسط قضیه ی کاستیگیلیانو قابل اثبات است:



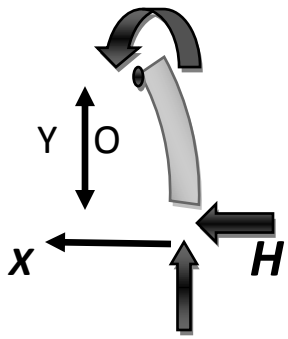
$$\sum M_o = 0 \qquad A_x = H$$

$$\boldsymbol{M_1 = A_x . Y - A_y . X}$$

$$\boldsymbol{Y = \frac{4D}{L^2} X(L - X)}$$

$$\frac{\partial M_1}{\partial H} = Y$$

حال برش دوم را اعمال میکنیم:



$$\sum M_o = 0$$

$$M_2 = \text{H.Y-}\ B_y . X$$

$$\boldsymbol{Y = \frac{4D}{L^2} X(L - X)}$$

$$\frac{\partial M_2}{\partial H} = Y$$

حال درادامه استفاده ازقضیه ی کاستیگیلیانو

$$\frac{\partial u}{\partial H}=0$$

$$\frac{\partial u}{\partial H}=\int_0^S \frac{M_1\frac{\partial M_1}{\partial H}}{EI}ds+\int_0^S \frac{M_2}{EI}\frac{\partial M_2}{\partial H}ds=0$$

$$\mathrm{Ds}=\sqrt{1+(\frac{dy}{dx})^2}\,dx$$

ودرآخربانجام محاسبات ومعادله ی دیفرانسیلی بالاومساوی قراردادن با $\frac{\partial u}{\partial \mathrm{H}}=0$

به نتیجه ی زیر می رسیم:

$$\mathbf{H}=\frac{5x}{8D}\left(1-\frac{2x^2}{L^2}+\frac{x^3}{L^3}\right)w$$

شرح آزمایش :

درانجام این آزمایش وسایل زیراستفاده شده است:

1-دستگاه قوس دومفصلی

2-ساعت اندازه گیری

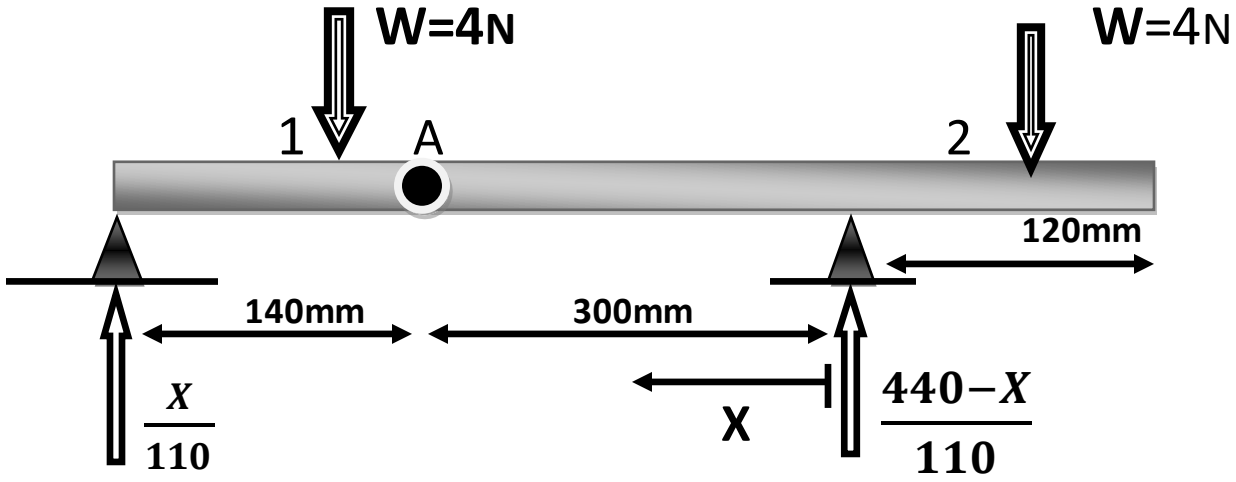
3-قلاب های آویز بار

4- وزنه های مختلف

ساعت اندازه گیری راروی صفر تنظیم کنید،سپس وزنه ثابت***w*** راازیک طرف دستگاه شروع کرده وتغییرمکان افقی تکیه گاه ***H*** یادداشت نمایید.به همین ترتیب باتغییرمکان وزنه ثابت ***w*** مقدار***H***رانوشته وآن رابامقدارتئوری آنکه طبق فرمول

$$H=\frac{5x}{8D}\left(1-\frac{2x^2}{L^2}+\frac{x^3}{L^3}\right)w$$ بدست می آیدمقایسه می کنیم .

امادرمرحله دوم آزمایش،تیری بامفصل خمشی راتحت بارگذاری ثابت **W=4N**درموقعیت های مختلف از سنسورقرارداده ونیروی برشی درنقطه **A** راکه توسط دستگاه دیجیتالی اندازه گیری می شودرایادداشت کرده وبامقدارتئوری مقایسه کرده.



ثبت داده هاومحاسبات :

حال ازطریق دادهای بدست آمده به محاسبه تئوری Hمی پردازیم:

D=100mm L=500mm W=4N

$$H=\frac{5x}{8D}\left(1-\frac{2x^2}{L^2}+\frac{x^3}{L^3}\right)w$$

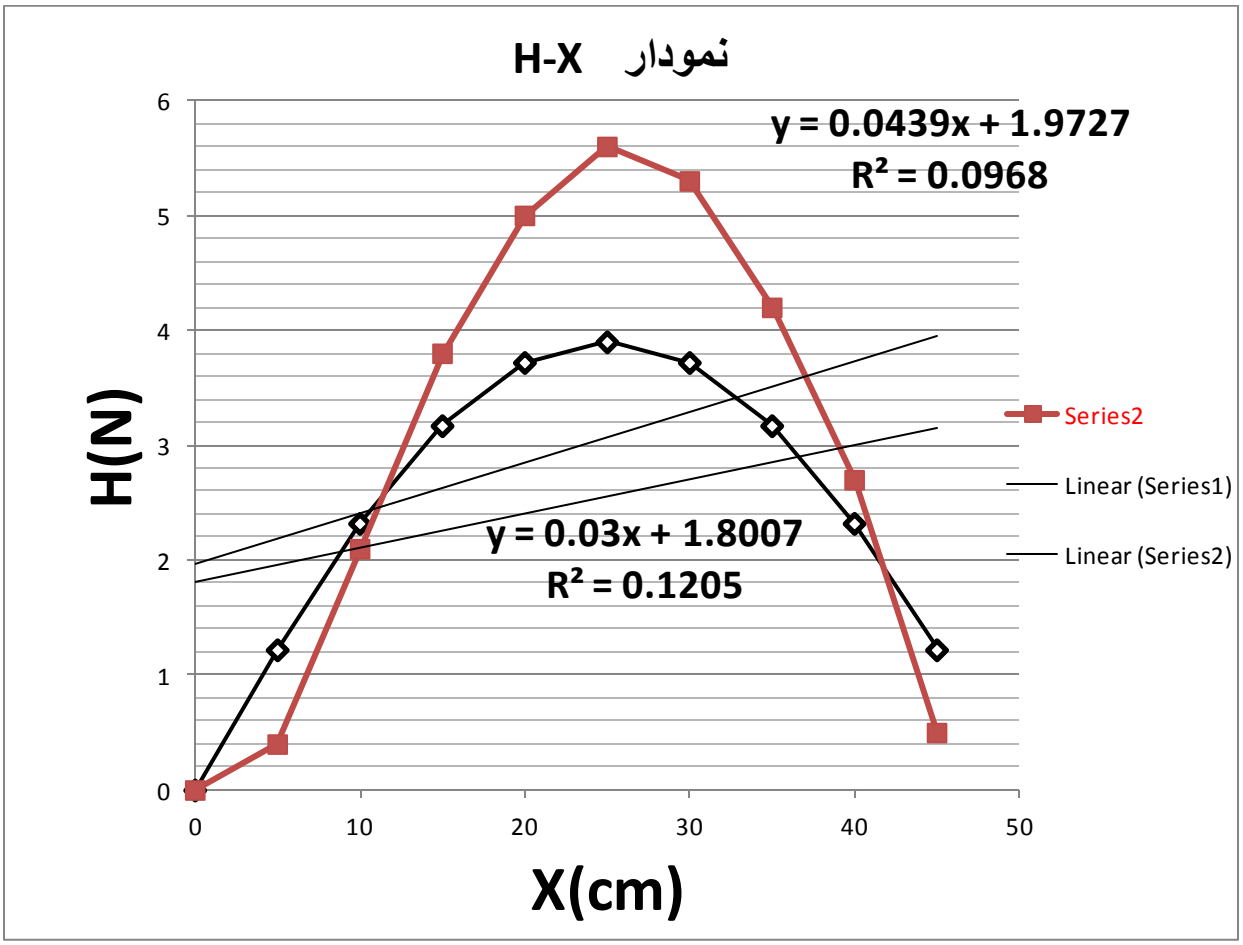
$$X=50mm$$

$$H=\frac{5\times50}{8\times100}\left(1-\frac{2\times(50)^2}{(50)^2}+\frac{(50)^3}{(50)^3}\right)\times 4 =$$

$$H = 1.22(N)$$ تئوری

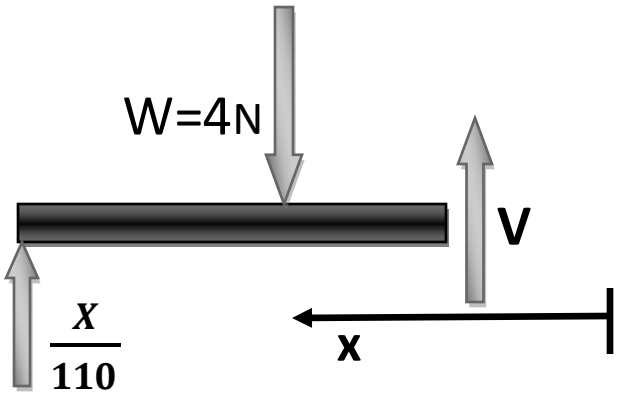
ودرادامه جدول ونموداری که ازطریق محاسبات تئوری وداده های عملی بدست می آید بصورت زیراست:

X(mm)	H(N) تجربی	H(N) حقیقی
0.00	0.00	0.00
50	0.40	1.22
100	2.10	2.32
150	3.80	3.17
200	5.00	3.72
250	5.60	3.90
300	5.30	3.72
350	4.20	3.17
400	2.70	2.32
450	0.50	1.22



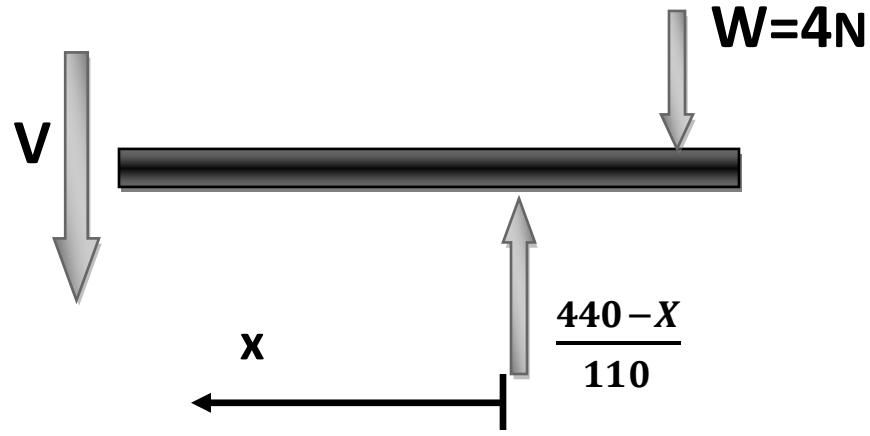
حال محاسبه آزمایش دوم:

اگر W درحالت(1)قرارگیرد:



$$X=320mm \Rightarrow \sum f_y = 0 \Rightarrow V=4-\frac{X}{110}=4-\frac{320}{110}=0.7N$$

اگرW درحالت (2) قرار گیرد:



$$X=-20mm \Rightarrow \sum f_y=0 \Rightarrow V=\frac{440-X}{110}-4=$$

$$\frac{440-(-20)}{110}-4=0.30\ (N)$$

ودرادامه باتوجه به محاسبات انجام شده وداده های تجربی، جدول زیربدست می آید:

X(mm)	V(N) تجربی	V(N) تئوری
320	0.7	1.09
340	0.6	0.90
360	0.5	0.72
- 20	0.3	0.18
- 40	0.5	0.36
- 60	0.7	0.54
- 80	0.9	0.72
- 100	1.1	0.90
- 120	1.3	1.09

نتیجه گیری:

روش محاسبه تغییرشکل بامساوی قراردادن مستقیم کارهای خارجی وداخلی که قبلامورد بحث قرارگرفته،درمواردی قابل استفاده است که فقط تغییرشکل ناشی ازیک نیرو،موردنظرباشد.قضیه ی کاستیگیلیانوکه بااستفاده ازمفاهیم انرژی اثبات می شود،این نقص رامرتفع می سازد.صورت قضیه ی کاستیگیلیانوبه صورت زیربیان می شود:

درهرجسم الاستیک خطی،درصورتی که درجه حرارت ثابت وتکیه گا ه هابدون نشست باشند،مشتق جزئی اول انرژی داخلی نسبت به هرنیروی که به سیستم موثراست،برابرتغییر مکان الاستیک نقطه اثرنیرو،درامتداد نیرو می باشد.

دربیان فوق،کلمات نیرو و تغییرمکان دارای مفهوم کلی بوده وشامل کوپل ودوران زاویه ای نیز می باشد.