

ANSYS WORKBENCH分析应用基础

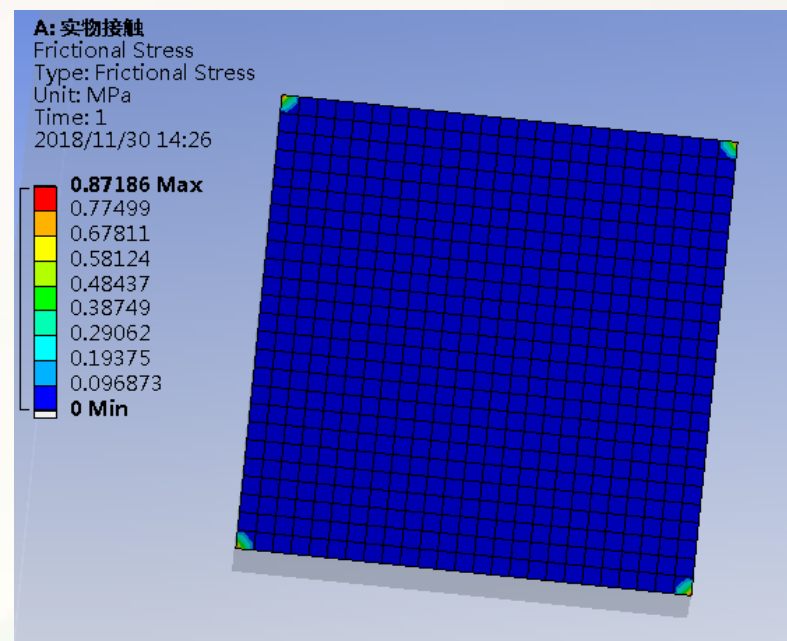
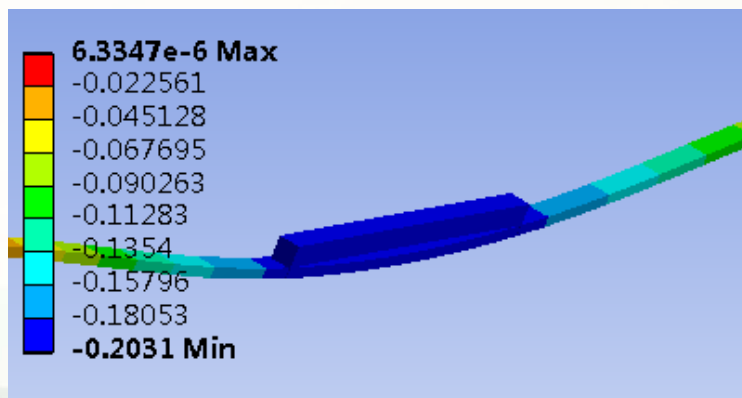
LESSON19 力学计算对比学习

课程制作 张 晔

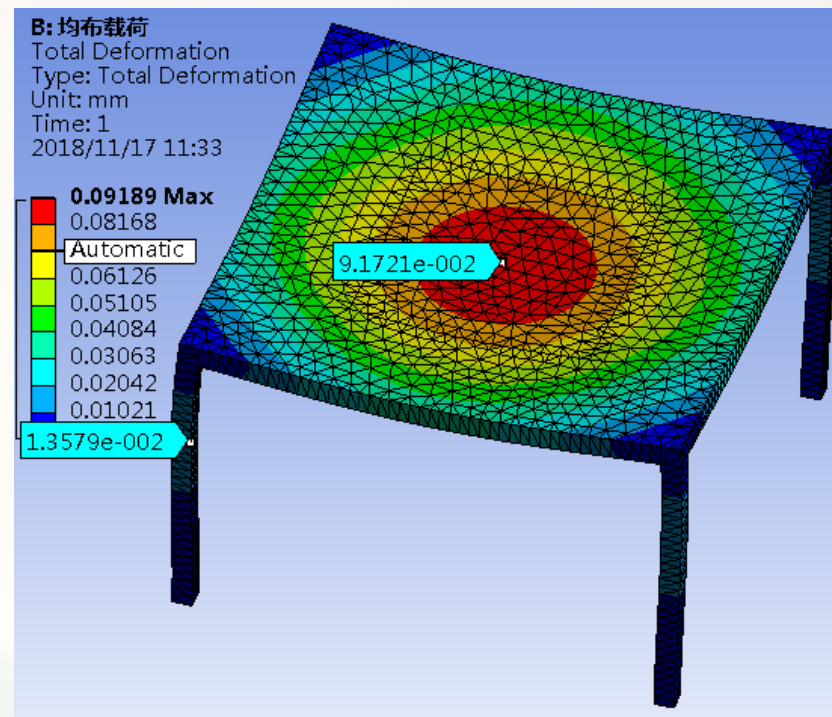
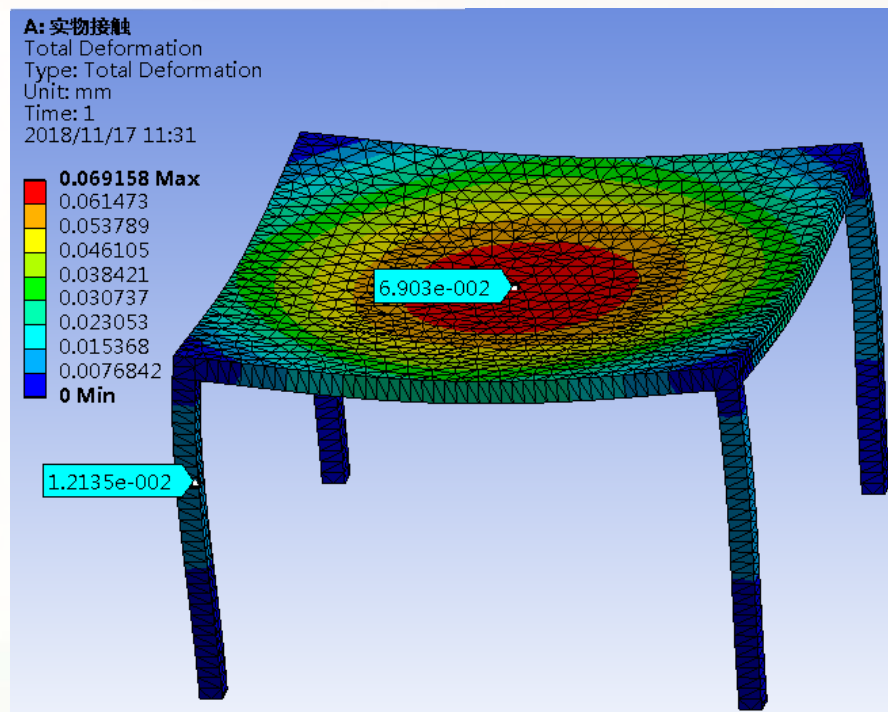
QQ交流群：205237137

本课重点内容

1. 边界条件简化的进一步探讨
2. 梁（实体）理论计算和仿真结果的对比



边界条件的简化结果



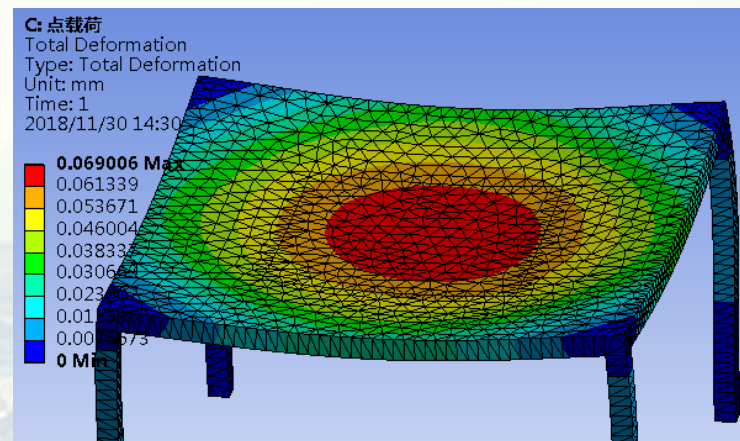
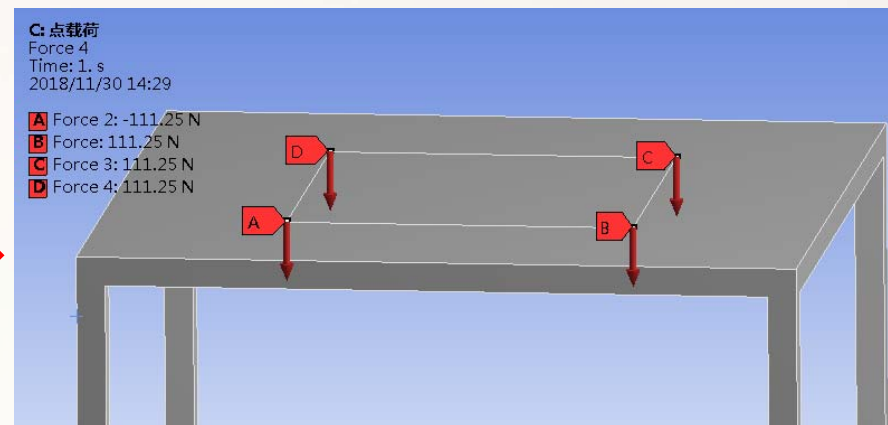
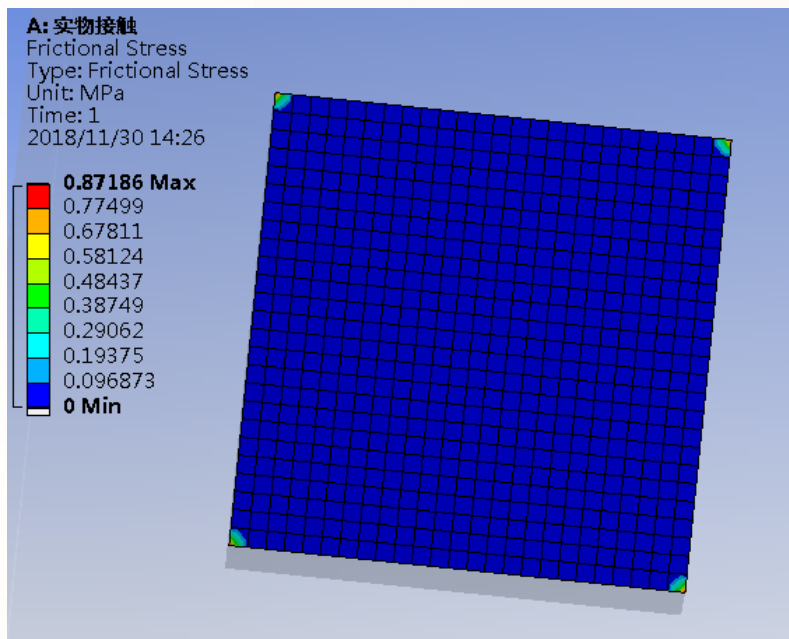
误差or错误？

无辜的背锅侠

1. 真实和理论之间的差距（无法克服）；
2. 网格精度不够（可以不断作为理由）；
3. 软件不行；
4. 电脑硬件不行；
5. 有限元分析算不准，趋势感觉下就好。

变形量计算以目前的电脑硬件水平，基本都是能够算出接近测试结果的解，多数原因在于工程师在建立数学模型的时候产生了错误，而非误差！

等效的简化方式

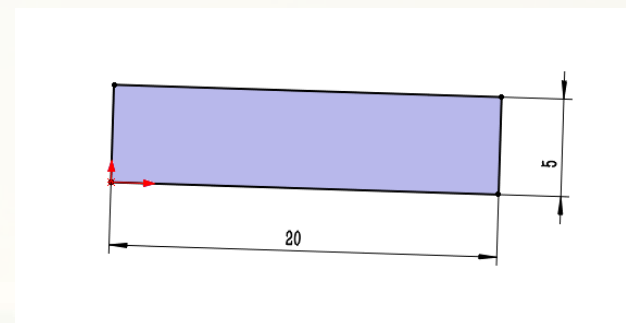
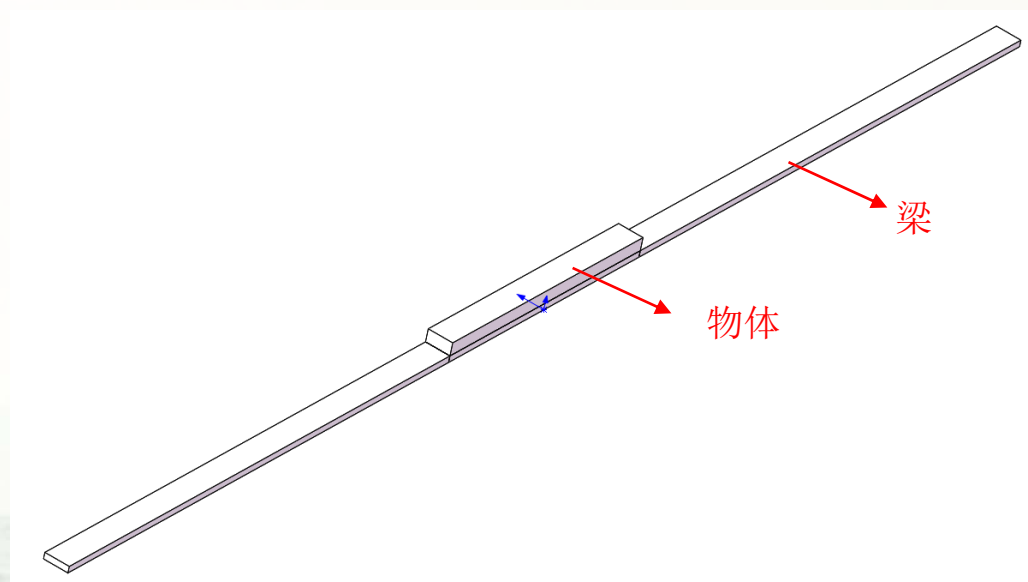


实物接触的结果载荷分布在四个角上

Results	
X Axis	-2.3464e-005 N
Y Axis	1.0593e-005 N
Z Axis	445.52 N
Total	445.52 N

结构理论验证

横梁全长1m，物体长度0.2m，放置在横梁中间，横梁两端全约束，横梁材料和物体材料的弹性模量为 $2.1\text{E}11\text{Pa}$ ，横梁材料密度为 7800kg/m^3 ，物体材料密度为 5100kg/m^3 （物体自重 2N ），在不考虑梁自重的情况下，考察横梁中点挠度。



梁截面尺寸

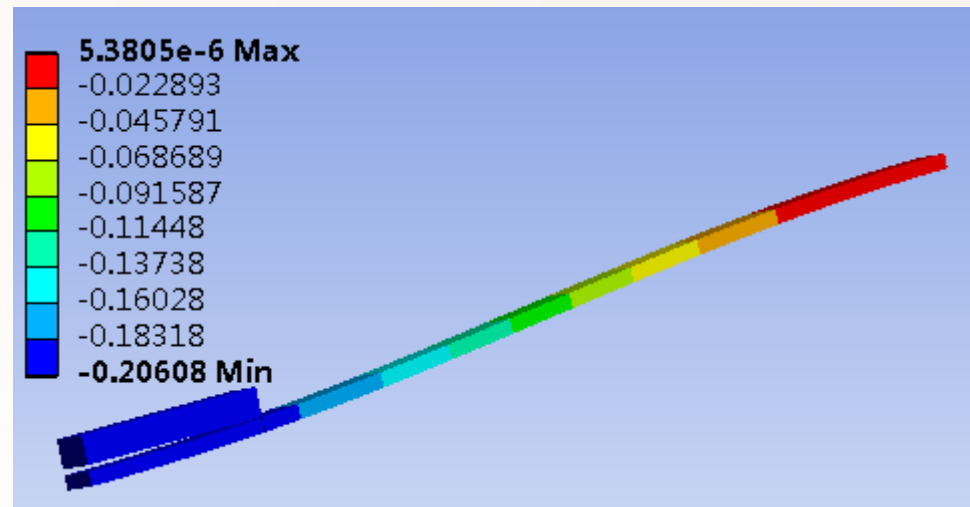
$$I = b \cdot h^3 / 12 = 2.08\text{E-}10$$

$$EI = 43.75$$

仿真计算结果

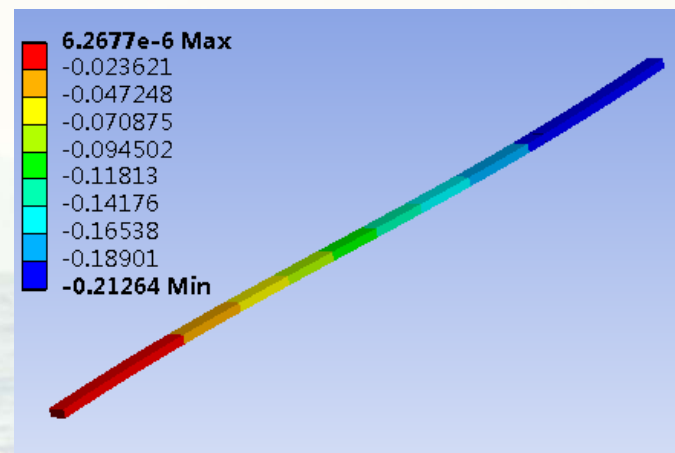
实体接触（课后思考题）

0.206mm

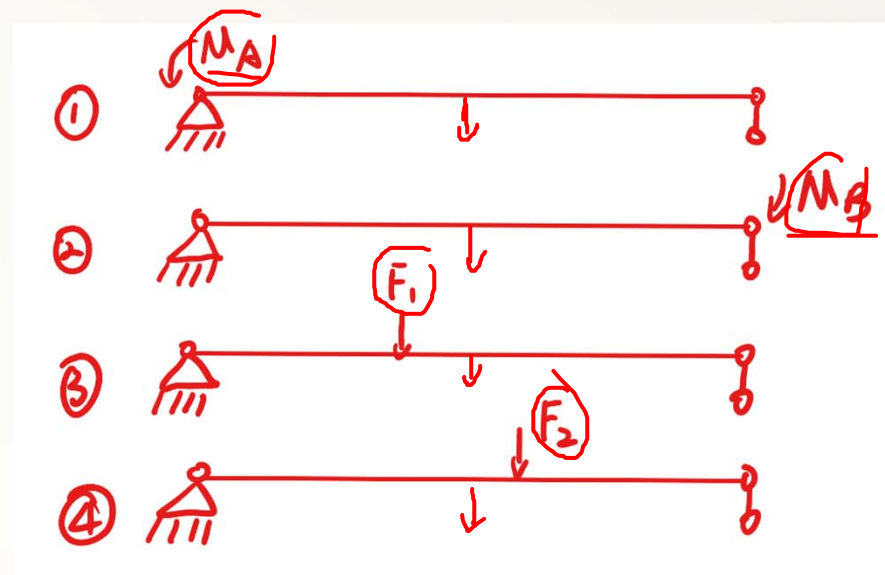
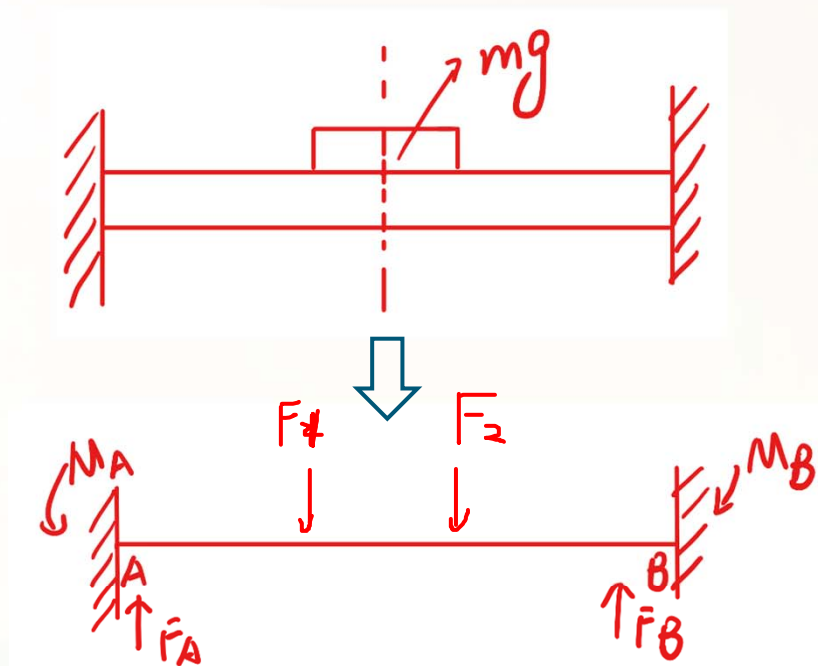


点载荷简化

0.213mm



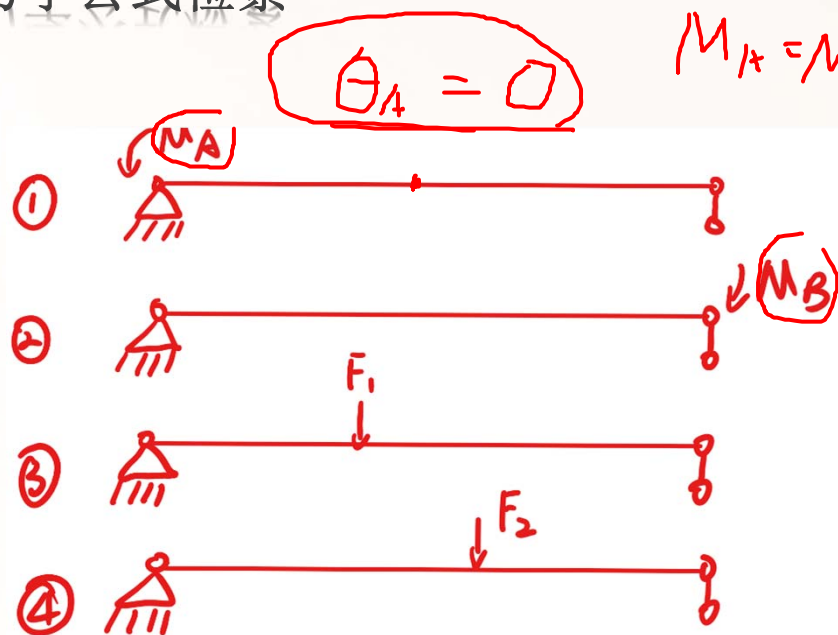
模型力学简化



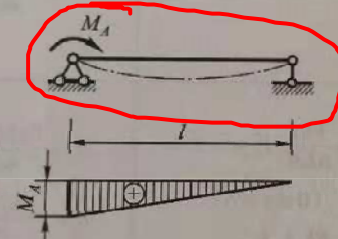
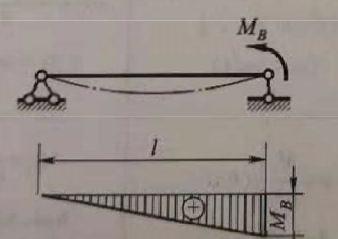
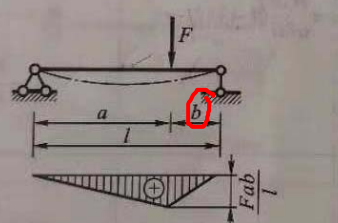
$$\textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} + \textcircled{4}$$

力学中的超静定问题

力学公式检索



$$\textcircled{1} + \textcircled{2} + \textcircled{3} + \textcircled{4}$$

序号	梁上荷载及弯矩图	挠曲线方程	转角和挠度
6		$w = \frac{M_A x}{6EI} (l-x)(2l-x)$	$\theta_A = \frac{M_A l}{3EI}$ $\theta_B = -\frac{M_A l}{6EI}$ $w_c = \frac{M_A l^2}{16EI}$
7		$w = \frac{M_B x}{6EI} (l^2 - x^2)$	$\theta_A = \frac{M_B l}{6EI}$ $\theta_B = \frac{M_B l}{3EI}$ $w_c = \frac{M_B l^2}{16EI}$
11		$w = \frac{Fbx}{6EI} (l^2 - x^2 - b^2)$ $(0 \leq x \leq a)$ $w = \frac{Fb}{6EI} \left[\frac{l}{b} (x-a)^3 + (l^2 - b^2)x - x^3 \right]$ $(a \leq x \leq l)$	$\theta_A = \frac{Fab(l+b)}{6EI}$ $\theta_B = -\frac{Fab(l+a)}{6EI}$ $w_c = \frac{Fb(3l^2 - 4b^2)}{48EI}$ (当 $a \geq b$ 时)

理论计算结果

变形协调方程 $\theta_A = \theta_{AMA} + \theta_{AMB} + \theta_{AF_1} + \theta_{AF_2} = 0$

$$\frac{M_A L}{3EI} + \frac{M_B L}{6EI} - \frac{F_1 \cdot 0.4 \times 0.6 \cdot (1 + 0.6)}{6EI L} - \frac{F_2 \times 0.4 \times 0.6 \cdot (1 + 0.4)}{6EI L} = 0$$

由对称 $M_A = M_B$ $F_1 = F_2 = 1N$ $L = 1m$.

$\therefore M_A = M_B = 0.24 N \cdot m$

中点C挠度

$$W_C = W_{CF_1} + W_{CF_2} + W_{CMA} + W_{CMB}$$

$$W_{CMA} = W_{CMB} = \frac{M_A L^2}{16EI} = 0.343 mm \cdot (\uparrow)$$

$$W_{CF_1} = \frac{F_1 \cdot 0.4 \cdot (3 - 4 \times 0.4^2)}{48EI} = 0.145 mm \cdot (\downarrow)$$

$$W_{CF_2} = \frac{F_2 \cdot 0.6 \cdot (3 - 4 \times 0.6^2)}{48EI} = 0.446 \cdot (\downarrow)$$

$$W_C = 0.343 - 0.145 - 0.446 = -0.21 mm$$

序号	梁上荷载及弯矩图	挠曲线方程	转角和挠度
6		$w = \frac{M_A x}{6EI} (l-x)(2l-x)$	$\theta_A = \frac{M_A l}{3EI}$ $\theta_B = -\frac{M_A}{6EI}$ $w_C = \frac{M_A l^2}{16EI}$
7		$w = \frac{M_B x}{6EI} (l^2 - x^2)$	$\theta_A = \frac{M_B l}{6EI}$ $\theta_B = \frac{M_B l}{3EI}$ $w_C = \frac{M_B l^2}{16EI}$

11		$w = \frac{Fbx}{6EI} (l^2 - x^2 - b^2)$ $(0 \leq x \leq a)$ $w = \frac{Fb}{6EI} \left[\frac{l}{b} (x-a)^3 + (l^2 - b^2)x - x^3 \right]$ $(a \leq x \leq l)$	$\theta_A = \frac{Fab(l+b)}{6EI}$ $\theta_B = \frac{Fab(l+a)}{6EI}$ $w_C = \frac{Fb(3l^2 - 4b^2)}{48EI}$ $(\text{当 } a \geq b \text{ 时})$
----	--	---	--

问题与思考

这个模型所衍生出来的大量工程性问题大家可以进一步思考：

1. 当前的理论计算结果并没有加载重力边界条件，如果要用实体接触的方式仿真验证理论结果，如何加载才能确保梁忽略重力而物体产生自重？
2. 重力什么时候添加，什么时候不用添加？
3. 施加重力进行理论推导并和仿真结果做对比；
4. 目前我们是通过理论计算和结果进行对比，如果通过实验检测梁的变形情况，并和仿真结果做对比，我们应该使用哪种载荷工况？为什么？
a.实体接触加重力 b.实体接触不加重力 c.点载荷加重力 d.点载荷不加重力



The background is a dark teal color with a complex, light-colored technical drawing or blueprint pattern. The pattern consists of various geometric shapes, lines, and circles, resembling a mechanical or architectural drawing. The text is centered over this pattern.

下一期视频，我将和大家一起交流关于
《几个基本参数及重力对计算结果的影响》