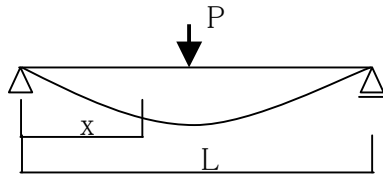


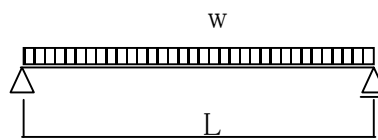
単純梁の中央たわみを求めることはありますが、実務では計算せずに済ませていますよね？



$$M_o = \frac{PL}{4}$$

$$\delta_o = \frac{PL^3}{48EI}$$

$$\delta = \frac{Px}{48EI}(3L^2 - 4x^2) \quad \text{3次曲線}$$



$$M_o = \frac{wL^2}{8}$$

$$\delta_o = \frac{5wL^4}{384EI}$$

$$\delta = \frac{wx}{24EI}(L^3 - 2Lx^2 + x^3) \quad \text{4次曲線}$$

このような式は公式集として公開されています。

問題：支点でのたわみ角は？ もちろん公式集などにありません。

回答：次のように求めます。

たわみ角は、たわみを微分すればよく

$$\theta = \frac{d}{dx} \delta = \frac{d}{dx} \frac{Px}{48EI}(3L^2 - 4x^3)$$

$$= \frac{P}{48EI}(3L^2 - 12x^2)$$

支点でのたわみ角は、これに  $x=0$  を入れて

$$\theta_o = \frac{3PL^2}{48EI} = \frac{PL^2}{16EI}$$

クレーンガーダーの設計では最大たわみ  $L/800$  などと設定するので

$$\delta_o = \frac{PL^3}{48EI} = \frac{L}{800}$$

従って

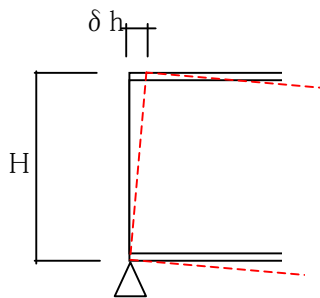
$$\theta_o = \frac{PL^2}{16EI} = \frac{PL^3}{48EI} \frac{3}{L} = \frac{L}{800} \frac{3}{L} = \quad \text{ラジアン}$$

$$\approx 0.2\text{度}$$

なぜ支点でのたわみ角を気にするのか？

クレーンガーダーではミクロの動きが重要で

ミクロの動きを見逃すことが原因で多くの失敗・事故が発生してきました。



$$\delta_h = \theta_o H = \frac{3}{800} H$$

ガーダが大きいと端部での水平変位も問題になります。

- ①連続するガーダ端部をボルトで繋ぐと大きな引張力が作用して破断してしまう。
- ②ガーダ端をつなぐラチスに強制変形が作用し意外に大きな応力となる。
- ③ガーダ端部と柱をつなぐ材にも強制変形が作用する。

例えば H-900x300 のガーダーで最大たわみ  $L/800$  の場合

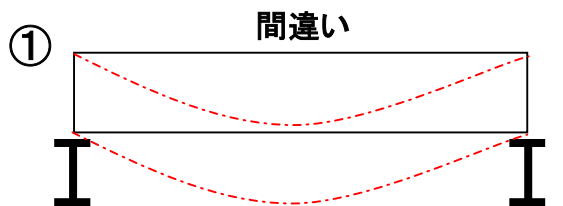
$$\delta_h = \theta_o H = (3/800) \times 900 = 3.375 \text{ mm} \text{ となります。}$$

隣接するガーダーも同時に変形すると 約6.8mm の隙間ができることになります。

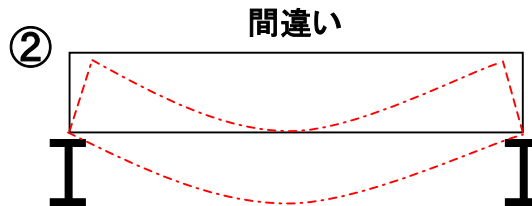
ガーダーの端部どうしを高力ボルトで接合する危険性が明かです。

実はもっと基本的な問題があるのですが、教科書・設計基準には記載がないのです。  
当たり前すぎて見逃しているようです。

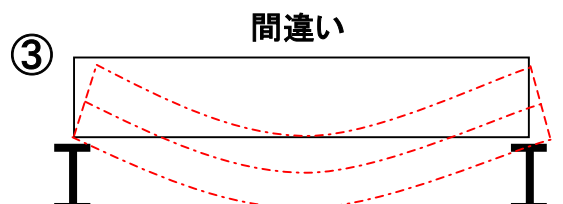
単純梁はどんな形に変形するのか？



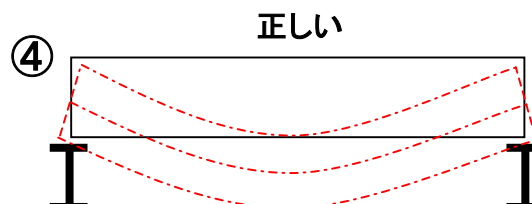
これでは曲げ変形ではなくせん断変形。



これでは部材が短くなってしまう。



ピン端は移動せずローラ端が移動する。  
完全な単純梁ならこれが正解



水平移動がラチスで拘束されているので  
部材中心に沿っての長さが不変な曲げ変形で  
かつ左右対称な変形となる。

梁が曲げ変形するとき、部材中心に沿っての長さは変形前と同じ  
問題は単純梁という仮定を現物が満たしていない点にある。

正確な応力・変形を求めるには

クレーンガーダー・バックガーダー・ラチス をできるだけ忠実に  
3次元モデル化して応力解析することが望ましい

けれど、モデル化するにも知識と経験が必要・・・

### ③の場合

ピン側ガーダー上端が中央川に水平移動する。  $\delta h = (3/800)H$

さらに、部材中心も右に移動し

ローラー側ガーダー下端はさらに右に移動する。  $\delta h = (3/800)H$

右側隣接ガーダーがピン端であれば、ガーダー間の隙間はこれ以上とる必要がある。

ガーダー下端を固定するボルトもこの移動量を考慮しなければならない。

(ピン側は丸穴、ローラー側は長穴としても、それで期待通りの動きを本当にする？)

また、ピン側水平ラチスもガーダー変形のため引張力を受ける。

単純梁として極めるなら

片側ピン支持、片側ローラー支持 を明確に分けているか？

ガーダー方向水平力(走行制動力・地震力)をどのように下部に伝えるか？

### ④の場合

ガーダー下端の水平移動量は  $\delta h = (3/800)H/2$

ガーダー間の隙間は③の場合の半分でよい。

両端ローラー支持梁とするなら

本当に両側ローラーとして安全か？

反力や水平変位が過小にならないか？

考えるモチネタとして、結論を書かずにおきます。