

集成材連続はりの終局強度

秋田大学 正員 ○針金 誠悦

秋田大学 正員 薄木 征三

秋田大学 正員 長谷部 薫

1. まえがき

集成材は引張応力の脆性破壊により強度が支配されるなどの特性を有する構造部材であり、その強度特性は不明な点が多い。

本研究は各種橋梁の高欄等への集成材の使用を想定し、集成材から成る連続はりの終局強度について塑性状態を考慮した解析を行うものである。

2. 解析理論

図-1 に示す弾塑性状態にある集成材二径間連続はりにおいて、集成材の $\sigma - \varepsilon$ 関係を圧縮側が完全弾塑性であり引張側が引張強度に達した時点ではりに破壊が生ずるbi-linear型であると仮定し、曲げモーメントのつりあいより弾塑性境界位置 c 、 a_0 は次式で示される。

$$c = \frac{3}{2} \bar{P} k l - \frac{3}{4} \bar{X} (l - x) + 2h \quad (1)$$

$$a_0 = -\frac{4}{3 \bar{X}} \left(\frac{3}{2} \bar{P} k l + h \right) + l \quad (2)$$

$$\text{ここで、} \bar{P} = \frac{P}{\sigma_c t h}, \quad \bar{X} = \frac{X}{\sigma_c t h}$$

また、せん断ひずみを無視したはり理論及び曲げを受ける弾性はりの

仮想仕事の原理を弾塑性状態にあるはりに拡張し¹⁾、弾塑性状態にある

はりの荷重 P と不静定力 X の関係を求めると次式で示される。 図-1 (b) 弾塑性域での応力分布

$$\begin{aligned} & \frac{64}{9 \bar{X}^2} \left[\log \left\{ \frac{3}{2} \bar{P} k l + 3h - \frac{3}{4} \bar{X} (l - a_0) \right\} + \frac{6 \bar{P} k l + 12h}{6 \bar{P} k l + 12h - 3 \bar{X} (l - a_0)} \right. \\ & \quad \left. - \log \left\{ \frac{3}{2} \bar{P} k l + 3h - \frac{3}{4} \bar{X} l \right\} - \frac{6 \bar{P} k l + 12h}{6 \bar{P} k l + 12h - 3 \bar{X} l} \right] \\ & \quad + \frac{1}{h^3} \{ 6 \bar{P} k l (l - a_0)^2 - 2 \bar{P} k^3 l^3 - 2 \bar{X} (l - a_0)^3 \} = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

上式(3)において、集中荷重がスパン中央($k=1/2$)に作用した場合の降伏時($a_0=0$)における

不静定力 X を求めると、 $X = \frac{11P}{8}$ となり二径間連続はりの弾性解に一致する。

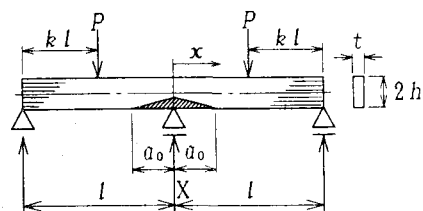
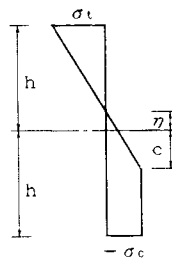


図-1 (a) 集成材二径間連続はり



3. 計算例

図-2に示す集成材二径間連続はりの各スパン中央に集中荷重が作用した場合を例に挙げ、以下の検討を行った。

(1) 荷重-不静定力関係

図-3は終局時に至るまでの荷重 P と不静定力 X の関係を示したものである。 P が降伏荷重 P_y を上回る弾塑性状態における P と X の関係は、弾性状態における P と X の関係と比較して P の増分に対する X の増分が大きくなる結果となっている。

(2) 曲げモーメント分布

図-4は終局時に至るまでの弾塑性状態における曲げモーメント分布を示したものである。単部の支点から載荷点においては曲げモーメントの値がほぼ同じ値なのに対して載荷点から中央の支点到近づくにつれて曲げモーメントの値が急激に増加していることがわかる。

(3) 塑性域

図-5は終局時に至るまでの塑性域を示したものである。終局時に近づくにつれて塑性域が軸方向および軸直角方向広がりを増していることがわかる。

《参考文献》

- 1) 薄木, 堀江, 亀井: 集成材高欄支柱の弾塑性状態における変位、構造工学論文集、1989

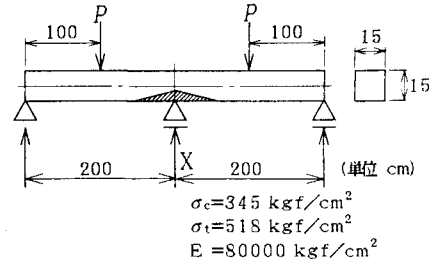


図-2 計算例

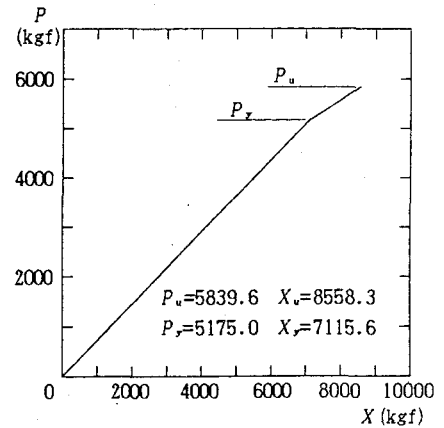


図-3 $P-X$ 関係

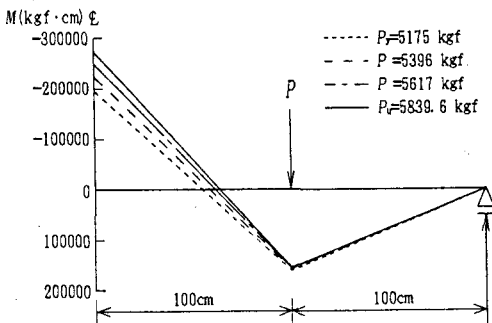


図-4 曲げモーメント分布

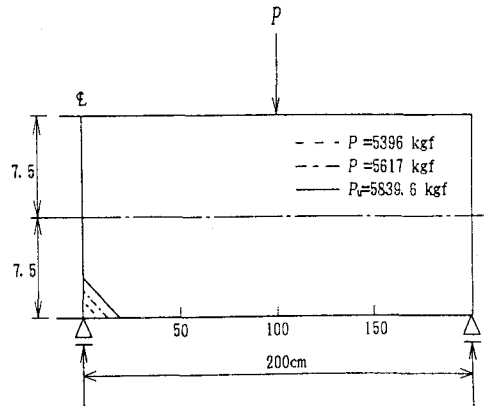


図-5 塑性域