

信州大学工学部 正員 ○吉澤孝和

信州大学工学部 正員 谷本勉え助

1. ま え が き

構造材料の応力-ひずみ曲線は、有限個数の要素線分を連続させていくことにより、その特性を正確に表現することができる。また、このような材料の非線型領域の影響を構造解析に導入するには、漸増荷重法で計算を進めるのが確実であることが知られている。ここでは、任意形状の応力-ひずみ曲線を用いてピン結合トラスの数値解析を行なった結果を報告する。解析式は微小変形理論によるものであり、応力-ひずみ曲線は引張側も圧縮側も同一形状と仮定する。また、材料の極限強度は設定せずに与えられた荷重値に至るまで漸増荷重法で計算を続けている。

2. 基本式

図-1に示すように、応力-ひずみ曲線を折線グラフであらわした場合、部材応力が $\text{Domain}(i)$ にあるときの部材力 $F(i)$ は、図から次のように与えられる：

$$F(i) = E(i) \cdot A \cdot \frac{\Delta L}{L} + [\sigma(i) - E(i) \cdot \varepsilon(i)] \cdot A \quad (1)$$

ここに、 A = 部材断面積、 L = 部材長、 ΔL = 部材の伸びである。上式によりトラスの部材力は次の形で与えられる：

$$F = SPD + C \quad (2)$$

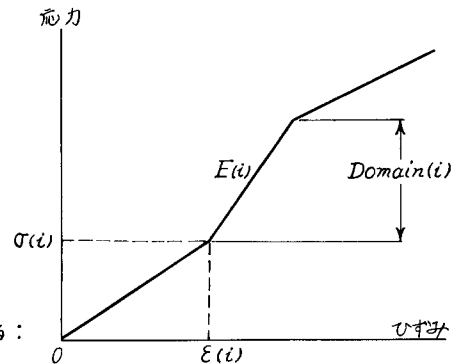


図-1.

ここに、 F = 部材力マトリクス、 S = 剛性マトリクス、 P = 射影マトリクス、 D = 節点変位マトリクス、 C = 座標補正マトリクスである。 S と C の値は、各部材の応力領域の変化に応じて決定される。

3. 計算例

各種の材料の応力-ひずみ曲線の中でも、特に鋼がトラスの挙動に顕著な影響を与える。図-2は計算に用いた鋼の応力-ひずみ曲線である。ここでは、鋼トラスの解析を示すが、鋼の降伏点応力における大きな変形の影響で、トラスには種々の抵抗形態が生ずる。その説明のために、次の用語を定義する(図-2参照)。

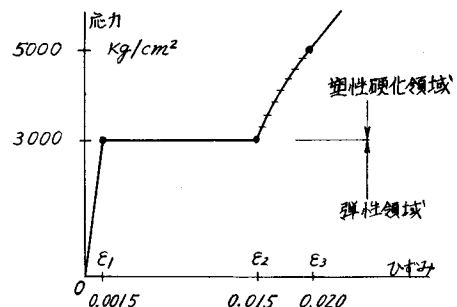


図-2.

弾性抵抗 ————— 部材の応力度が弾性領域内にあって外力に対して抵抗している状態をいう。

降伏点抵抗 ————— 応力度が降伏点に達し、ひずみが ε_2 になるまで一定応力で大きく変形する。

塑性硬化抵抗 ————— 部材が大きく変形した後に、塑性硬化領域に入ってから抵抗する状態。

定応力弾性抵抗 ————— 他の部材の降伏点抵抗の影響で、弾性領域内で一定応力状態になるもの。

定応力塑性硬化抵抗 ————— 同様の理由で、塑性硬化領域内にある部材の応力度が一定値を継続する状態。

図-3 (a) は、2パネルピン結合トラスの形状と寸法を示す。節点 [3] に垂直荷重 Q をかけ、これを漸増していったときの部材力の変化の状況を (b) 図に、節点変位を (c) 図に示す。このトラスの材料は図-2 に示すような鋼なので、それぞれの部材応力が降伏点に達するたびに、荷重の増分を受けもつ部材の組み合わせが変化し、(d) 図にみるように、A から G まで7種類の抵抗形態を生ずる。抵抗形態の交代の際には節点が大きく変位し、その時点まで降伏点抵抗を繞けて来た部材に大きなひずみを与え、塑性硬化抵抗の状態に導入している。

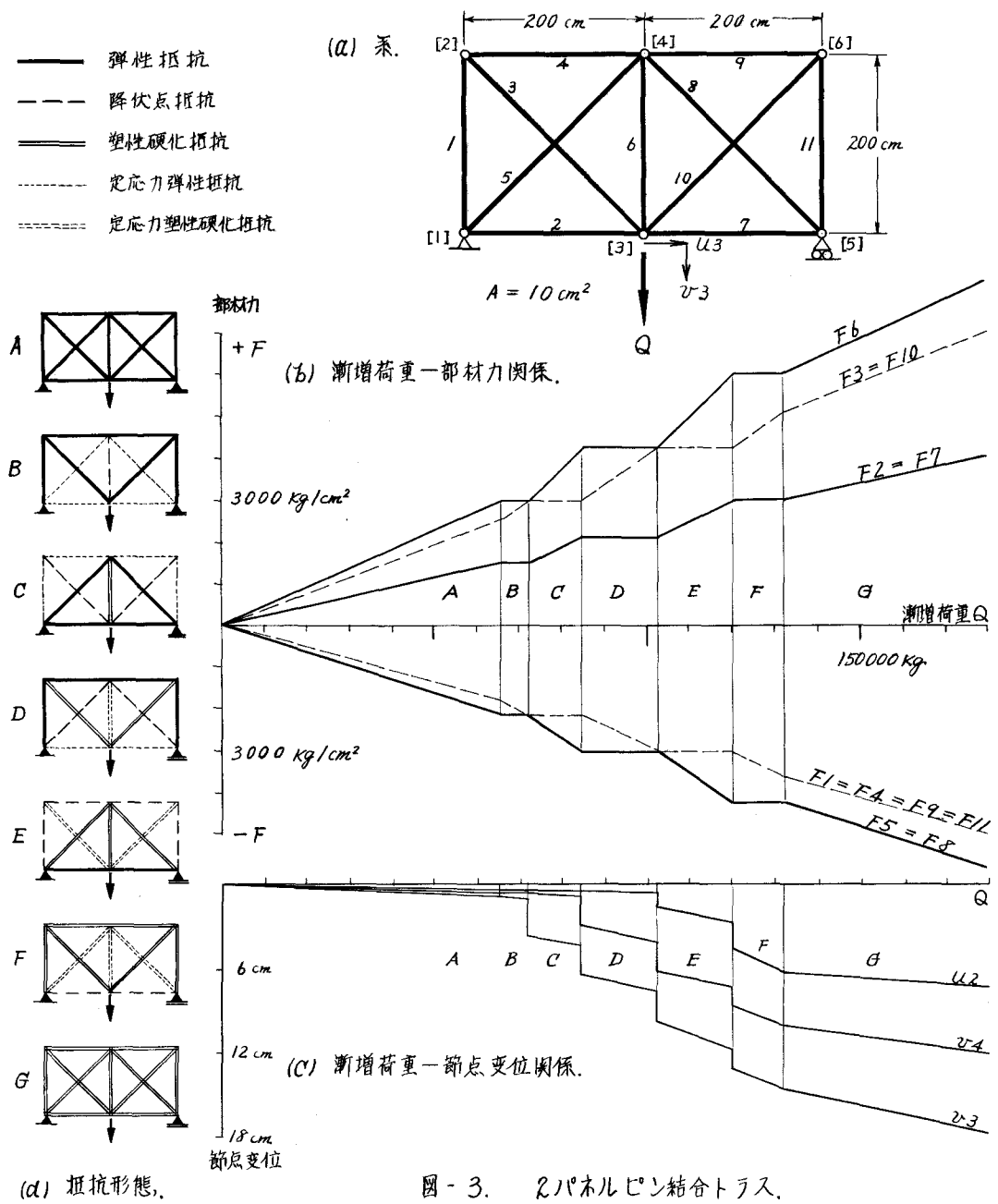


図-3. 2パネルピン結合トラス.