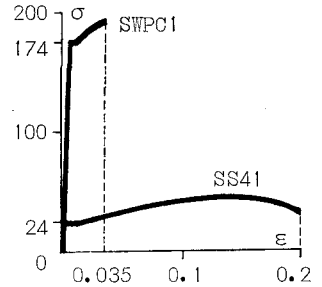


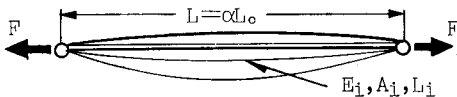
1. 本研究の目的 構造物が静的漸増荷重を受けて急激な大変形または崩壊を生じやすい状態になると、その構造物に配置したPC鋼線の作用により静的応答を調整し、これと同時に耐荷力を増大させることを目的とし、各種の骨組構造物に対するPC鋼線の効果を研究する。

2. 構造用鋼材と高張力鋼線特性 図・1にSS41とSWPC1の応力・ひずみ特性のモデルを示す。降伏点

引張強さ、破断時の伸びはJIS規格値による。PC鋼線(SWPC1)はSS41に比して降伏点は7.25倍であるが破断時の伸びはこれとは逆に17.5%である。これら2種類の材料を同一の長さで組み合わせて引張材として用いた場合には、SS41の降伏後PC鋼線への荷重配分は増加するがただちに破断ひずみに達してしまう。したがって両者の特性を効果的に作用させながら大きなひずみに対しても外力を負担させるためには、数本のPC鋼線に多少のゆるみを与えておきSS41が降伏したのちにはじめて外力に抵抗させる方式が考えられる。



図・1 ϵ - σ 曲線



図・2 組み合わせせ引張材

3. 組み合わせせ引張材の基本式

長さ L_1 、断面積 A_1 、弾性係数 E_1 を有する線材を図・2のように組み合わせて引張する。この組み合わせ材の基準長を L_0 とすれば、要素線材(i)の変形前の長さは次式で与えられる：

$$L_1 = \alpha_1 \cdot L_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

この材料が引張されて次式の長さになったとする：

$$L = \alpha \cdot L_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで伸び状況は：

$$L_1 < L_2 < L_3 < \dots\dots\dots < L_j < L (= \alpha L_0) \leq L_{j+1} < L_{j+2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

とすれば、このときの組み合わせ材に発生する張力は次の形で与えられる：

$$F = \sum_{i=1}^j \frac{E_i \cdot A_i}{\alpha_i} \cdot (\alpha - \alpha_i) = \sum_{i=1}^j \frac{E_i \cdot A_i}{\alpha_i} \cdot \frac{\Delta L}{L_0} - \sum_{i=1}^j \frac{E_i \cdot A_i}{\alpha_i} \cdot (\alpha_i - 1) \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここに

$$\Delta L = L - L_0 = (\alpha - 1) \cdot L_0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

4. PC鋼線の組み合わせによる非線形引張材 図・1のPC鋼線の応力・ひずみ曲線をここでは近似的につぎのようなものに置きかえる。すなわち鋼線のひずみ ϵ が降伏ひずみ ϵ_y から破壊ひずみ ϵ_u に至る間は一定の応力度 σ_y を保ち、ひずみが ϵ_u に達すると切断して抗張力を失なうものとする。ここに、要素線材(i)のひずみ ϵ_1 は次式で与えられる：

$$\epsilon_1 = (\alpha - \alpha_1) / \alpha_1 \quad \dots\dots\dots (6)$$

いま、基準長 L_0 に対する長さ比が $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$ である n 本のPC鋼線を組み合わせた引張材において、その長さが引き伸ばされて L となったときの要素線材(i)の応力状態はつぎようになる：

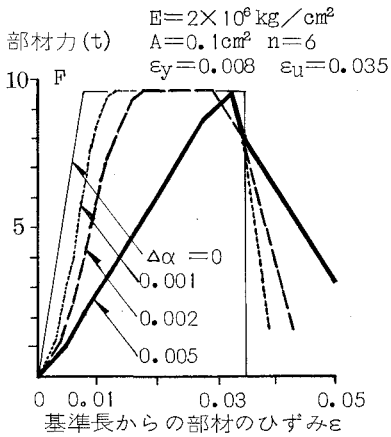
$$\left. \begin{array}{ll} S1 : & \sigma_1 = 0 \quad \{ (\alpha - \alpha_1) < 0 \} \\ S2 : & \sigma_1 = E \cdot (\alpha - \alpha_1) / \alpha_1 \quad \{ 0 < (\alpha - \alpha_1) < \epsilon_y \cdot \alpha_1 \} \\ S3 : & \sigma_1 = E \cdot \epsilon_y = \sigma_y \quad \{ \epsilon_y \cdot \alpha_1 < (\alpha - \alpha_1) < \epsilon_u \cdot \alpha_1 \} \\ S4 : & \sigma_1 = 0 \quad \{ \epsilon_u \cdot \alpha_1 < (\alpha - \alpha_1) \} \end{array} \right\} \quad \dots\dots\dots (7)$$

S1～S4は応力状態の記号である。組み合わせ材が $L = \alpha L_0$ の長さに変形したとき、その構成線材の

応力状態は、S2のものがj本、S3のものがk本とすれば、この部材の張力Fは次式で与えられる：

$$\begin{aligned}
 F &= E \left[\alpha \sum_{i=1}^j \frac{A_i}{\alpha_i} + \varepsilon_y \sum_{i=1}^k A_i - \sum_{i=1}^j A_i \right] \\
 &= E \left[\frac{\Delta L_i}{L_o} \sum_{i=1}^j \frac{A_i}{\alpha_i} + \varepsilon_y \sum_{i=1}^k A_i - \sum_{i=1}^j \frac{\alpha_i - 1}{\alpha_i} \cdot A_i \right] \\
 &\dots\dots\dots (8)
 \end{aligned}$$

図・3は一定断面積(A=0.1cm²)を有する6本のPC鋼線で構成される組み合わせ引張材のひずみεと部材力との関係を示す。Δα=α_{i+1}-α_iはひとつの組み合わせ材については一定とした。Δαのとり方によって曲線の形状がいちいちしく異なってくる。必要に応じて要素線材の断面積と本数を任意にとりうるから、これら3者の組み合わせにより、いかなる特性をもった引張材でも作成することができる。



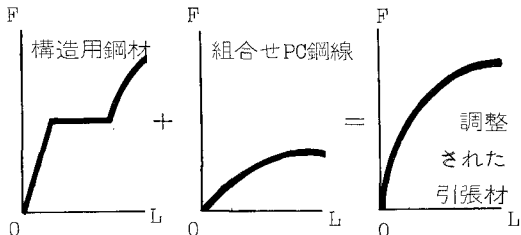
図・3 非線形引張材

5. 構造用鋼材の引張特性の調整 引張部材の強度が構造物の耐荷力を支配するような構造物においては、その引張部材の降伏点以上の特性を考慮する必要がある。一般に構造用鋼材は降伏点において急激に変形し、構造安定上好ましくない。そこでこれにPC鋼線を組み合わせると図・4のように荷重・変形特性を調整することを考える。まず、図・1のSS41の曲線を連続した折線で近似する。そのひずみεがr番目の要素線分の領域内にあるときの応力度σは次式となる：

$$\sigma = \sigma(r) + E(r) \cdot \{ \varepsilon - \varepsilon(r) \} \dots (9)$$

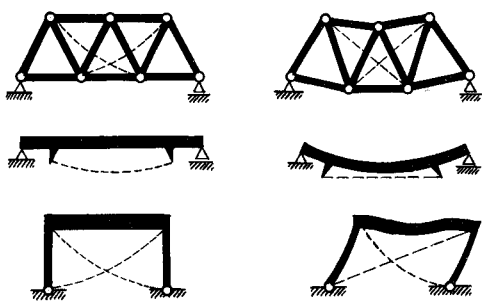
ここに、E(r),σ(r),ε(r)はそれぞれ、要素線分(r)のこう配(弾性係数)、応力度の下限、ひずみの下限である。この部材の最初の長さをL₀、断面積をAとし、これに上記のPC鋼線群を組み合わせた場合の部材力は次式で与えられる：

$$\begin{aligned}
 F &= \left[A \cdot E(r) + E \cdot \sum_{i=1}^j \frac{A_i}{\alpha_i} \right] \frac{\Delta L}{L_o} \\
 &+ \left[\sigma(r) - E(r)\varepsilon(r) \right] A + \left[\varepsilon_y \sum_{i=1}^k A_i - \sum_{i=1}^j \frac{\alpha_i - 1}{\alpha_i} \cdot A_i \right] E \dots\dots\dots (10)
 \end{aligned}$$



図・4 引張材の荷重・変形特性の調整

6. 非線形引張材の構造物への応用



図・5 PC鋼線による静的応答の制御方式

PC鋼線を用いた非線形引張材を構造物に配置する方式を図・5に示す。図示の各構造物について、左図は系の変形前の、右図は変形後のPC鋼線の作用状況の概念図である。たとえば図のトラスについては系の主構材が降伏する以前は系全体の挙動は主構材の応力状態に支配されるが、ひとつの主構材の降伏後はPC鋼線の張力が顕著に上昇し、系全体の挙動に大きく影響するようになる。したがって鋼線の荷重・変形特性を式(8)を用いて適当に調整すれば、これにより、系の急激な変形挙動を制御することができる。非線形引張材をそれぞれの構造物に応用した例については講演会において報告する予定である。