

(株) 神戸製鋼所 正員 ○ 葛西 俊一郎
(株) 神戸製鋼所 正員 中西 宏
(株) 神戸製鋼所 正員 波田 凱夫

1 ま え が き

平行線ケーブルのワイヤを定着するのに通常亜鉛合金や樹脂などを銑込みだソケット（アンカー）が用いられる。これらのソケットの設計公式は実験事実などを背景に一応確立されており、それ自体問題を含むものではない。一方、ワイヤの疲労など局所的な問題を論ずる場合には、ソケット内部の力学的現象の詳細な把握が不可欠であるが、この方面の研究は未だ数少ないように思われる。

本文は、ソケット内部の銑込み材の力学的性質やソケット内面形状などがワイヤ定着部の力学的挙動にどのような影響を与えるかをみるため、モデル化されたソケットについてFEMによる数値解析を行ない、若干の考察を加えたものである。

2 数 値 計 算 モ デ ル

図-1, 2および表-2に計算のためのモデルを示す。これらは、91本のワイヤ（径7mm, 弾性係数21000 Kg/mm²）を樹脂または合金で定着したソケットを想定したものである。図-1, 2に示すように、ワイヤは(d)の箇所

で局部曲げ加工をされている。表-1に銑込み材の機械的性質を示す。計算のモデルを表-2に示す。① TYPE 1〜3では銑込み材の性差がソケット内の力学現象に及ぼす影響、② TYPE 4では1との比較からソケット内面形状の相違による影響、③ TYPE 5では4との比較からソケット内面における樹脂のすべりによる影響をそれぞれ検討する。なお、TYPE 3では図-1の(a)〜(b)区間で樹脂を、(b)〜(c)区間で合金を銑込んだものである。

3 計 算 方 法

計算は、図-1, 2のようにメッシュ分割したモデルに対して有限要素法を用いて行なう。ただし、つぎの仮定をもうける。

- ① ワイヤにはトラス要素、また銑込み材には軸対称要素を用いる。
- ② ソケット内面と銑込み材との間およびワイヤ相互間に細い塑性要素（図-1, 2の斜線要素）を設け、銑込み材の降伏によるすべり現象を表現する。
- ③ 銑込み材の降伏条件を図-3のように設定する。ワイヤまたはソケット内面と銑込み材とが摩擦抵抗をもってすべる現象を要素の降伏条件でおきかえる。ただし同図の σ_0 が σ_0 を越えたと隣接要素が互いに分離すると考える。なお、要素の再結合はこ

表-1 銑込み材の機械的性質

銑込み材	弾性係数 E (Kg/mm ²)	ポアソン比 ν	摩擦角 ψ (°)	付着応力度 τ_0 (Kg/mm ²)
樹脂	500	0.36	25.2	0.507
合金	5000	0.30	25.0	0.800

表-2 ソケットの種類と比較事項

アンカー 種別	銑込み材	ソケット 形状	ソケットと樹脂 との付着	比較事項
TYPE-1	樹脂			
» -2	合金	図-1	付着あり	剛性の相違
» -3	樹脂と合金			
» -4	樹脂	図-2	»	ソケット形状の相違
» -5	»	»	付着なし	ソケットと樹脂のすべり

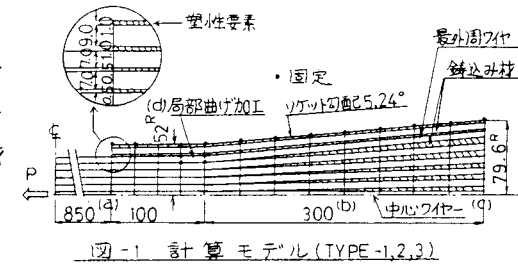


図-1 計算モデル (TYPE-1, 2, 3)

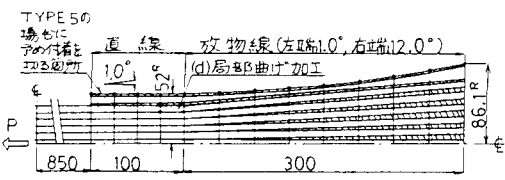


図-2 計算モデル (TYPE-4, 5)

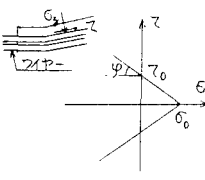


図-3 降伏関数

では考慮しない

4 計算結果

すべてのワイヤが 50 kg/mm^2 の軸応力を受けるときの計算結果を図 4~6 に示す。

4-1 鋳込み材の剛性による影響

(i) 図-4 (a)~(c) から、鋳込み材の剛性の大小にかかわらず要素の降伏が生じる箇所は主に最外周ワイヤと鋳込み材との境界であることがわかる。また、いずれの場合も (a) の箇所で隣接要素の分離が生じる。

(ii) 図-5 と図-6 の (a) と (c) からわかるように、剛性の異なる鋳込み材が混在する場合 σ_x の分布は TYPE 1 と大差はないが σ_y の分布に大きい差が現われる。すなわち、鋳込み材の剛性が急変する處で σ_y の集中が見られ一方入り口での値がわずかに緩和される。

4-2 ソケット形状による影響

(i) 図-4, 5 および 6 の (a) と (d) を比較すると、要素の降伏、 σ_x および σ_y の分布は TYPE 1 と TYPE 4 の間で大差のないことがわかる。

(ii) このように応力分布に大差がないのは、両タイプのソケット内面に接する要素が降伏する前に最外周ワイヤと鋳込み材との間に降伏が生じたため (図-4 (a), (d)), ソケット内面の形状の相違によるくさび作用の効果の相違が現われなかったことによると考えられる。

4-3 樹脂のすべりによる影響

(i) 図-4 (e) からわかるように、TYPE 5 の要素の降伏はソケット内面と樹脂の境界に生じ、このため最外周ワイヤに接する要素の降伏領域はかなり小さくなる。また、TYPE 1~4 でみられた要素の分離は TYPE 5 には認められない。

(ii) 図-5 (d) と (e) からわかるように、TYPE 4 と TYPE 5 では σ_x の分布には大差はないが、図-6 (e) に見られるように TYPE 4 にくらべて σ_y の分布はなめらかになる。

5 後記 モデル化されたソケットの数値解析によって概略の挙動を知ることができたが、今後は実験結果との照合などにより、詳細な検討を待つべき。

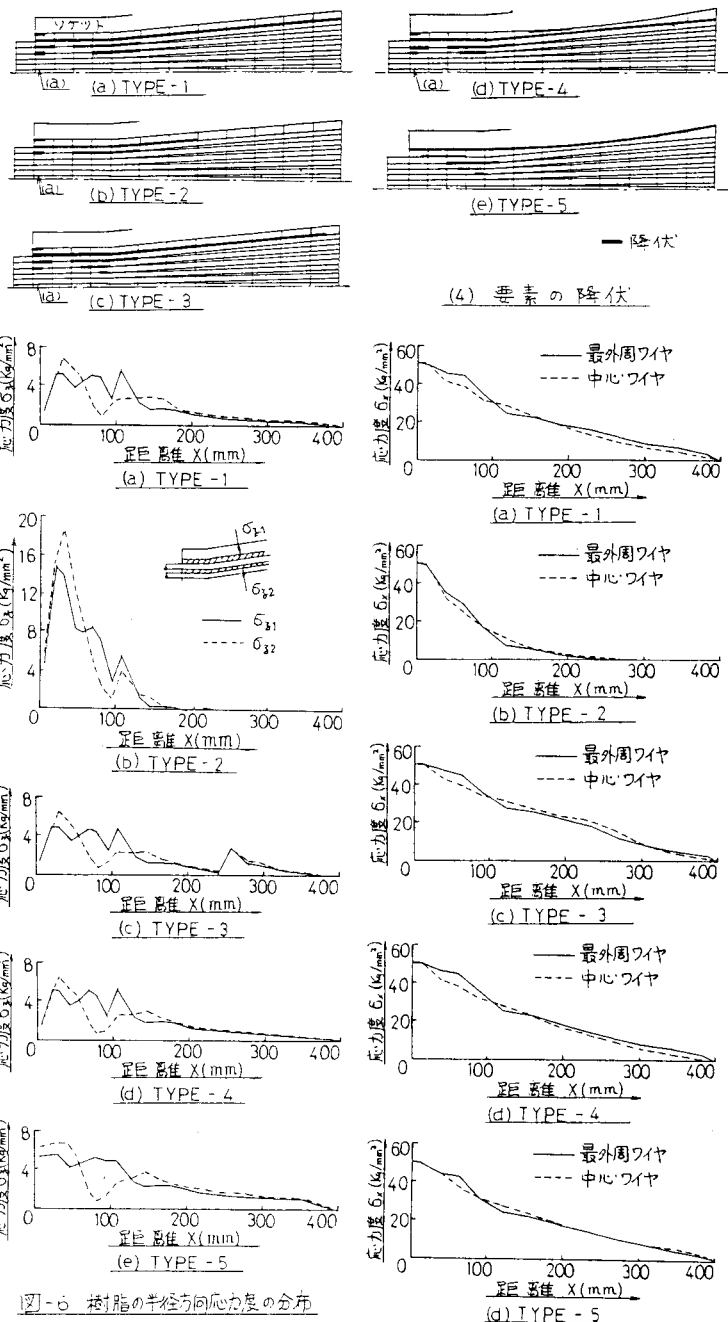


図-4 樹脂の半径方向応力の分布

図-5 ワイヤの軸方向応力の分布