

日本電信電話公社 茨城電気通信研究所 正員 伊藤和五郎
同 上 正員 ○ 村 上 司

1. まえがき

一般にシールド工法においてセグメントは、ボルト接続によって組立てられており、組立て作業には、多くの人手と時間を要しているのが現状である。とくに、電話ケーブル40条以下を収容するような小断面（内径 $D=1500\text{mm}$ 以下）の場合、従来の人力を中心としてボルト接続するセグメントでは、組立てが困難となり、新たに、遠隔操作による自動組立てが可能な“さし込み型継手方式のボルトレスセグメント”を使用することが考えられる。この場合、セグメントの各ピースは単にさし込むだけであり、組立て後のセグメントリングは継手部において、半剛性ヒンジを有する構造物としての挙動をなし、解折にあたっては一考を要す。本報告は、ボルトレスセグメントのリング強度について、理論解析および載荷実験を行ない、比較検討を加えたものである。なお、セグメントリングの分割数としては、3分割方式が力学的に静定であり、最も理想的であるが、実際にはセグメントの厚さがあって搬入の面で不可能であり、4分割とした。

2. 理論解析法

セグメントリング構造体を解析するにあたっては、下記のとおりの仮定を設け、マトリックス法により行なう。

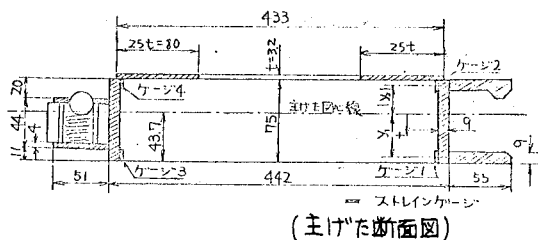
- i) セグメントリングを微小要素よりなる骨組構造と考え、継手部（ピース継手、セグメント継手）を回転バネ（バネ定数 K_θ ）と仮定し、継手部の長さは無視する。
- ii) セグメントリングの変位と周辺地盤による反力との間には、Winklerの仮定が成り立つものとする。ただし、半径方向成分のみを考慮し、接線方向成分は無視する。

3. セグメントリング載荷実験

セグメントリングの力学的性状および安全性を確認するため、図-2、図-3に示すような単リングおよび千鳥組による3リングの載荷実験を行なった。なお、図-1はピース継手の形状を示したものである。また、セグメントの主要断面性能は次のとおりである。断面二次モーメント $=256.9\text{cm}^4$ 、断面積 $=33.9\text{cm}^2$ 、図心半径 $=544\text{mm}$ 、ヤング率 $=2.1 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$ 、内径 $=1000\text{mm}$ 、主げた高 $=75\text{mm}$ 。

4. 結果の比較検討

(1)単リング：継手2方向載荷実験（図-2(2)の結果（クラウンたわみ）を図-4に示すように理論値と比較することにより、回転バネ定数 K_θ を求め、以下、この値をピース継手の回転バネ定数として計算する。また、図-5は、図-2(1)に $P=1.5\text{t}$ を載荷したときの曲げモーメント図である。理論値と実験値はほぼ一致しており、今



(主げた断面図)

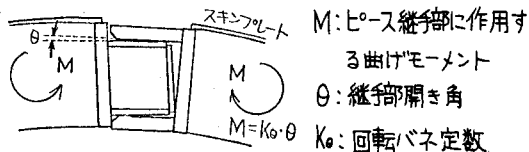


図-1 ボルトレスセグメント継手部形状

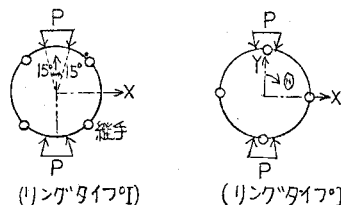


図-2(1)単リング載荷実験I 図-2(2)単リング載荷実験II

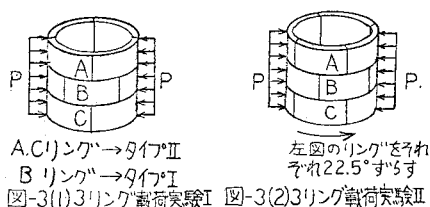


図-3(1)3リング載荷実験I 図-3(2)3リング載荷実験II

回の解析法の妥当性が言えるものと思う。(2)3リング:
3リングを千鳥状に組立て(2リング/サイクル)、図-3
に示すように各方向より載荷した場合の荷重へたわみ
の量を求め、リング剛性を比較したものが図-6である。
また、図-3(1)の載荷状態における各リングに発生する曲
げモーメントを図-7に示す。図中の理論値とは、各リン
グの節点の変位が等しいものと仮定して計算した場合の
中央のBリング(タイプI)の曲げモーメントを表わしたも
のである。以上より下記の事項が考察できる。i)図-3(1)
の場合剛性の高いタイプIリングのみの荷重分担率が高
く、千鳥組による添接効果は小さい。ii)図-3(2)の場合
各リングの荷重分担率は均等となるが剛性は低下する。
iii)以上の現象はリング継手のクリアランスと4分割の特
殊性のためであり、設計計算にあたっては各リングタイ
プ別に行なった方がよい。(3)地盤反力の影響:図-8
の等分布荷重がセグメントリングに作用した場合の地盤
反力が断面力等に及ぼす影響について計算し、グラフ化
したものが図-9である。この図より地盤反力係数 k
の変化に伴ないリングたわみ、曲げモーメントは大きく影響
を受け、 k の設定に十分に注意を要す。また、許容たわみ
量を $S_a = D/100$ とすると、地盤反力係数が $k > 1.0 \text{ Kg/cm}^3$ 以
上の場合多径として設計施工できる。

5. 参考文献

- i) 三池亮次村上司「任意形状部材の平衡および剛性マトリックスの誘導」本会第26回年次学術講演会概要集
- ii) 村上博智「セグメントリングの耐荷機構について」第28回講演会概要集

$$P = 10.3 \text{ t/m}^2$$

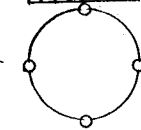


図-8 荷重状況

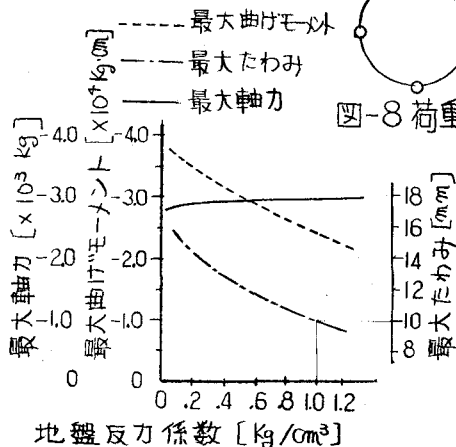


図-9 地盤反力の影響

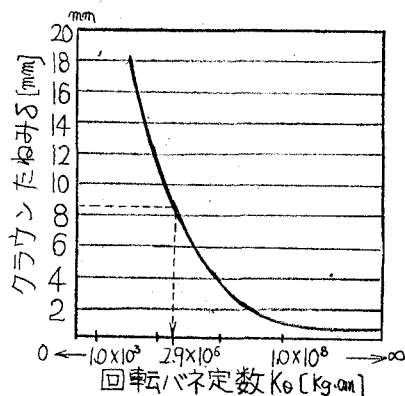


図-4 k_0 - δ 曲線(単リングII, 2t 載荷)

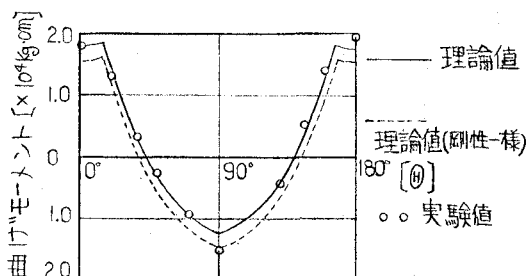


図-5 曲げモーメント図(単リングI, 1.5t 載荷)

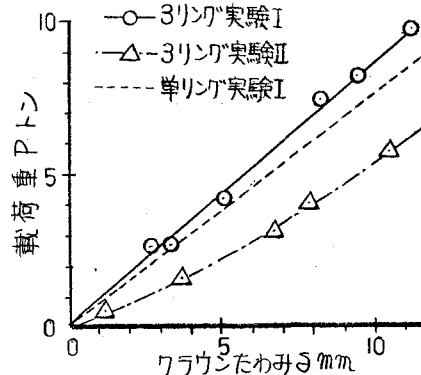


図-6 荷重-たわみ曲線

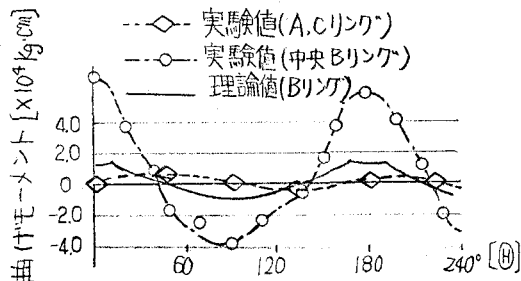


図-7 曲げモーメント図(千鳥組I, 4t 載荷)