

東京都総務局 正員 遠藤 正宏
 早稲田大学理工研 学生員 小泉 淳
 早稲田大学理工学部 正員 村上 博智

1° まえがき

シールド工事用セグメントを設計する場合、それに作用する土圧評価の問題と共にセグメントリングの耐荷機構のモデル化が重要な問題となる。現在、実用されている設計法は、セグメント継手の力学的取扱い方の相違によって、①セグメントリングを曲げ剛性一様なリングと見える方法 ②セグメントリングを多ヒンジ系リングと見える方法に大きく分けることができる。しかしながら、セグメント継手の実状は剛性一様ヒンジヒビの中间的性状を示すものであり、これを回転ばねに評価する ③セグメントリングを回転ばねと見なす方法によつて合理的な新しい設計法が提案されている。

本報告は、先に、解析的に回転ばね定数を得る方法を示した鋼製セグメント^①^②ならびに平板型コンクリートセグメント^③に引き続き、中子型セグメントについて、継手部の挙動を調べ、回転ばね定数を推定する方法を得ることを目的としたものである。

2° 実験

実験は、図1に示すような模型セグメントを用いて行なった。

この模型セグメントは、継手板厚さをヒビとして、60, 90, 120, 150, 180 mm の5つのタイプについて、SS41M16のボルトで接合し、図2に示した載荷方法で、継手部に純曲げを作らせ、ボルトに生ずるひずみ、継手部回転角などを測定した。尚、ボルトの初期締付ひずみは 700 μ を目標として与えた。

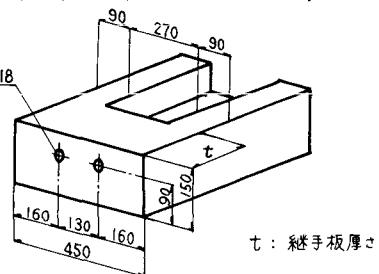


図1 セグメント見取図

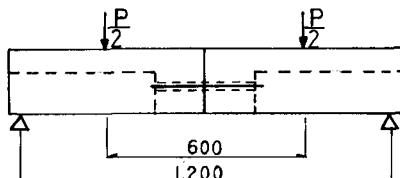
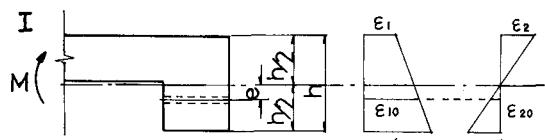


図2 載荷方法



$$\epsilon_{10} = \epsilon_{20}, \quad \Delta l_1 = \Delta l_2.$$

$$\begin{cases} M_I = \left(\frac{f}{6} + e \right) N_{B0} \\ N_{B1} = N_{B0} + n \cdot \frac{A_B}{I_c} \cdot M_I \cdot e \quad (\because n = \frac{E_B}{E_c}) \end{cases}$$

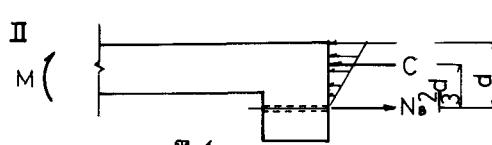


図4

$$M_{sep} = \frac{2}{3} \cdot d \cdot N_{Bsep}.$$

$$N_{Bsep} = \left\{ 1 + n \cdot \frac{A_B}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{12e^2}{f^2} \right) \right\} N_{B0}.$$

3° 解析

3-1 曲げモーメント M とボルト軸力 N_B との関係

解析は締結ボルトをPC鋼棒と見なし、プレストレストコンクリートの理論を適用して、次の3つの段階に分けを行なった。

I : 継手面下端離間時 ($M = M_1$)

II : ボルト位置離間時 ($M = M_{sep}$)

III : ボルト位置離間後 ($M \geq M_{sep}$)

尚、ボルトの初期締付時からⅠ段階まで、およびⅠ段階からⅡ段階までの、曲げモーメント M とボルト軸力 N_B の関係は、線形と仮定した。

図3～5は、それぞれの段階で仮定したひずみ分布、

応力分布および力の釣合の状態を示している。

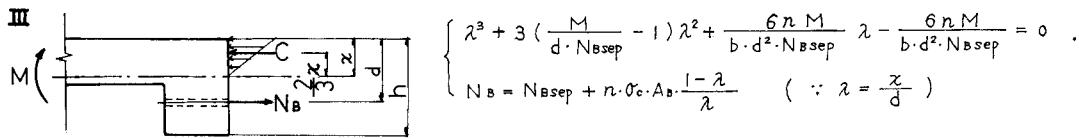


図 5

3-2 曲げモーメントMと回転角θとの関係

継手部の回転角は、継手板自身の変形によるもの($\theta = 10^{-3}$ rad.程度)が主導的であり、前述のPC理論によると得られる部材の弾性変形($\theta = 10^{-6}$ rad.程度)を基にしては、実験結果を充分に説明することができない。^②そこで、解析には、筆者らが先に示した鋼製セグメントに関するモデルを適用した。その概略は、次の通りである。まず、セグメントは、主桁から継手板に至る水平ラーメンと、スキンプレートから継手板に至る垂直ラーメンの2本の軸線をこれで評価する。次に、継手板およびボルトをばねに置換し、有効域内に分割して、上述の水平ラーメンの所定の位置に配置する。また、継手板のせり合いにより巻き生が予想される反力を、支点を仮想して、その反力を示す。

解析手順は次の通りである。図6中の水平力Hを0より始めて、漸増させていく。水平ラーメンに分割して配した、圧縮ひずみの解放を評価するばねは、その圧縮ひずみの解放に伴ない、順次取り除いてゆき、Hの各荷重段階について、水平ラーメンと垂直ラーメンとの剛性を考慮して、水平ラーメンの主桁位置とボルト位置の相対変位 δ を求める。このときの曲げモーメントMと水平力Hとの関係は、図7に示す力の釣合いおよび水平ラーメンと垂直ラーメンとの剛性の比率により示すことができる。一方、回転角θは $\theta = 2 \times \delta / (d - x)$ で与えられる。以上により、曲げモーメントMと回転角θとの関係が得られる。

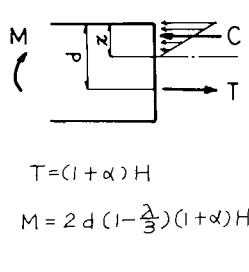
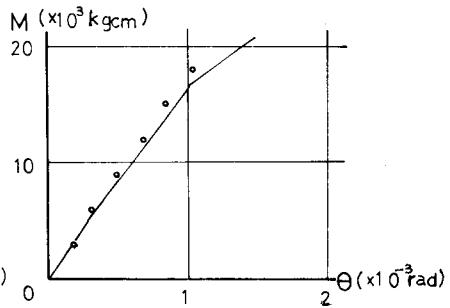
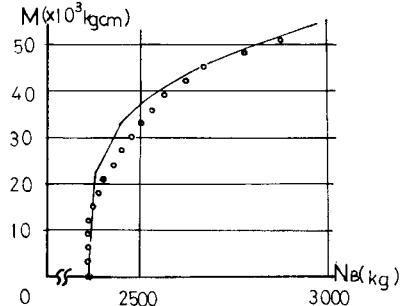


図7 力の釣合い



4. 結果と考察

図8 ボルトの軸力

図9 継手の回転角

解析結果より代表的なものを図8および図9に掲げた。曲げモーメントMとボルト軸力N_Bとの関係については、PC理論により、また、初期の段階の曲げモーメントMと回転角θとの関係については、上に述べたモデルにより説明することができた。したがって、このように継手部をモデル化すれば、実験によらずして、解析的に継手の回転ばね定数を得ることが可能となるわけである。

尚、今後検討すべき課題として、負曲げに対するモデルの適用について考察などが残されている。

<参考文献>

- 1：村上・小泉／シールドセグメントの耐荷機構について／土木学会論文報告集 No. 272, 1978-4.
- 2：村上・小泉・岡村／セグメント継手の挙動について／第31回土木学会年次学術講演会, III-201, 1976.
- 3：村上・小泉・大塚／セグメント継手の挙動について／第32回土木学会年次学術講演会, III-230, 1977.