

早稲田大学理工学部 正員 村上博智
 佐藤工業技術研究部 正員 石橋時男
 早稲田大学大学院 学生員 菊田征勇
 佐藤工業技術研究部 正員 岩藤正彦

1 まえがき セグメントリングを曲げ剛性一様なリングと考えて断面力を算定するセグメントの慣用されている計算法では、セグメント継ぎ継ぎが存在するため、リングの曲げ剛性はセグメント単体の曲げ剛性より低下したものと考えている。さらにその継ぎの剛性低下のため継ぎで伝達されるべき曲げモーメントの一部は、千鳥組した隣接セグメントに分担されなければならない。従ってセグメントの設計に当っては、算定された断面力のうち曲げモーメントについてはその分だけ割増したものを設計用曲げモーメントとすべきであろう。本研究は模型セグメントを千鳥組したリングの実験結果より、曲げモーメントの割増率並びにリング曲げ剛性の有効率を求め、セグメントを設計する際の目安を得ようとするものである。

2 曲げモーメントの割増率 曲げモーメントの割増率 μ は実験的に求める外ないが、なるべく簡単な方法で推定できることが望ましい。今図-2に示す如くnリングを1サイクルとする千鳥組リングにおいて、継ぎ位置(J-J断面)における継ぎの分担する曲げモーメント M_b と隣接セグメントの分担する曲げモーメント M_s との比が、曲げ剛性の比に等しいものと仮定すれば次式を得る。但し、セグメント単体の曲げ剛性を EI 、継ぎの剛性効率を ξ 、継ぎの曲げモーメント分担率を λ とする。

$$\frac{M_b}{M_s} = \frac{\xi EI}{(n-1)EI} \dots (1) \quad \lambda = \frac{M_b}{M_b + M_s} \dots (2) \quad \text{即ち } \xi = \frac{(n-1)\lambda}{1-\lambda} \dots (3)$$

図-3に示す如く2個のセグメントを突合せ継ぎで結合した円弧状の単純梁に添接板を付した実験を行えば、継ぎの剛性効率 ξ は、本来セグメント単体の曲げ剛性と継ぎ構造との相関々

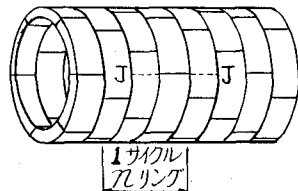


図-2 セグメントリング組立図

係より定まるものである。添接板の曲げ剛性には直接関係がないと考えられる。今添接板の曲げ剛性を $(n-1)EI_a$ 、 $(n-1)EI$ とした時の継ぎの曲げモーメント分担率をそれぞれ λ_0 、 λ とすれば、(1)、(2)の結果より次式を得る。

$$\lambda = \frac{(n-1)\lambda_0}{(n-1)(1-\lambda_0) + (n-1)\lambda_0} \dots (4)$$

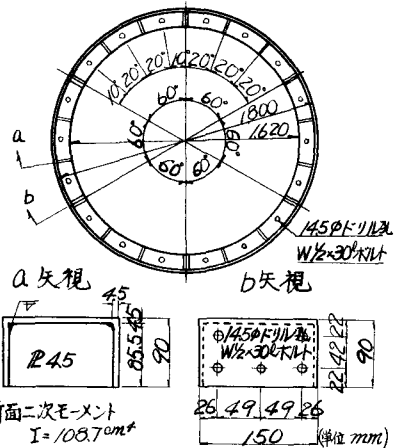


図-1 セグメントの一般形状

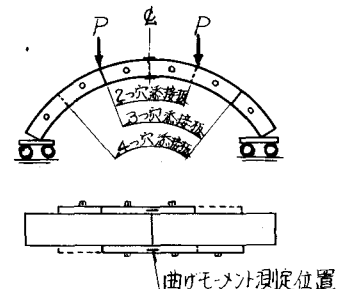


図-3 セグメント継ぎ曲げ試験

即ち任意の曲げ剛性を持った添接板を用いた継ぎ曲げ試験を行うことにより、(4)式を使って設計せんとするnリングで1サイクルとなるセグメントリングにおける継ぎ曲げモーメント分担率を得る。n=2,3における模型セグメントを用いた継ぎ曲げ試験の結果(表-1)は、上述の考え方の妥当性を示しているものと思われる。1リング当りの曲げモーメントをMとすれば、曲げモーメントの割増率μは次式の如く示される。n=3に相当するリング載荷試験(図

$$\lambda = \frac{M_b}{M_b + M_s} = \frac{\{1 - (n-1)\mu\}M}{nM} \quad \therefore \mu = \frac{1-n\lambda}{n-1} \quad \dots (6)$$

-5)の結果、継ぎの隣接セグメントの曲げモーメント分担率は0.375となり、セグメントの継ぎ曲げ試験の結果に基づいて計算した分担率は $0.333(1+0.08) = 0.360$ で、よい一致を示している。

添接板のボルト本数		4	3	2
λ	n=2の実測値	0.36	0.43	二穴添接板は曲げモーメントを十分に分担出来ない。
	n=3の実測値	0.25	0.28	
	n=2の実測値から求めたn=3の計算値	0.22	0.27	

表-1 曲げモーメント分担率の実測値と計算値の比較 図-5 セグメントリング載荷試験

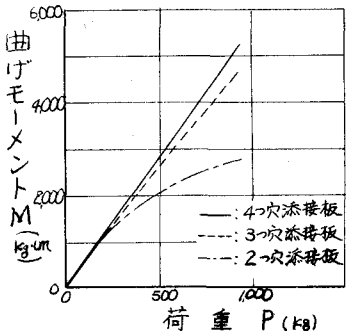
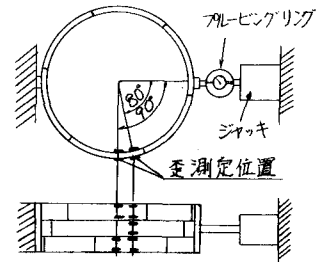


図-4 添接板分担曲げモーメント



3. セグメントリング曲げ剛性の有効率について 曲げ剛性の有効率を考慮して慣用されている計

算法は、変形に対しては妥当性があると考えられている(第3回土質工学研究発表会概要集II-46)が、載荷方法により多少の差異がある(図-6)。次に曲げモーメントの分布は、ボルト締付力が大なる場合(本実験では 1000 kg)には、剛性一様なリングとしての計算値に大凡等しいが、ボルト締付力の弱い場合には、剛性一様なリングとしての計算値よりも一様化する傾向にある。これらのことは1リングの載荷試験による変形と曲げモーメントの実測値と、継ぎの影響を考慮した理論値(図-7a, b)から定性的には説明できるが、定量的には尚検討中である。

4. おおむね 以上の実験結果より、今鳥組したセグメントを設計する際の曲げモーメント割増率は、任意の曲げ剛性を有する添接板を用いた継ぎ曲げ試験の結果より推定することができる。

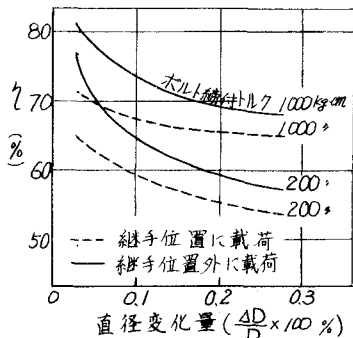


図-6 曲げ剛性の有効率

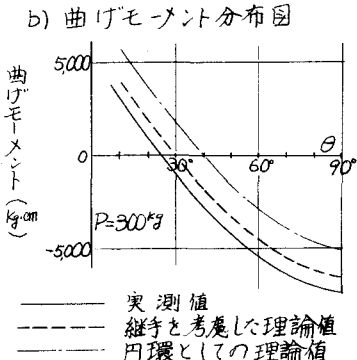
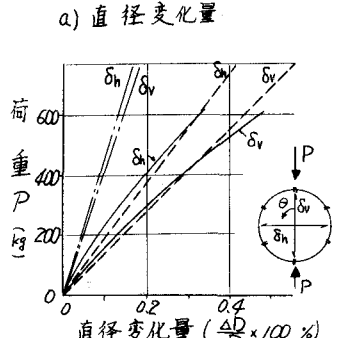


図-7 1リング載荷試験