

## 【討 議】

## 多ヒンジ系セグメントリングの設計計算法

山本 稔・遠藤 浩三・福井 正憲 共著

(土木学会論文集 第150号 昭和43年2月所載)

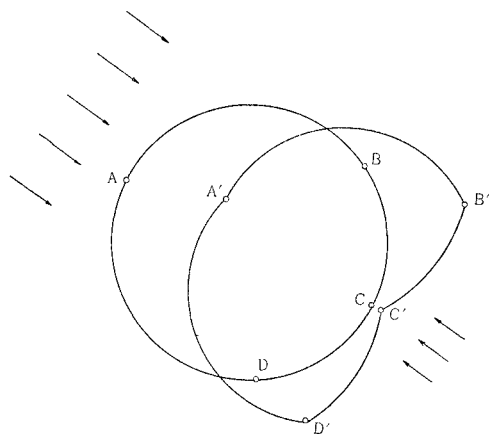
討 議 者：長 尚 (信州大学工学部)

本論文の計算法の原理について、著者らの考え方を要約するとつぎのようになる。

継手をヒンジ構造にした円形シールドのセグメント覆工、すなわち多ヒンジ系セグメントリングは、地山から作用する主働土圧の外力と、地山の受働土圧の反力である抵抗土圧を受けながら変位し、本来構造としては不安定であるが、崩壊せずに安定化して行く。この状態は、本論文の図-1に示されるように、地山から拘束されていないヒンジ(非拘束ヒンジ)が1つで、他のヒンジは地山方向への変位が拘束された力学的モデルとして捉えることができる。このモデルは、非拘束ヒンジが相隣るヒンジとの幾何学的関係において、リングの内側に自由に変位しうようになるまでは崩壊せず、安定である。したがって、本構造の設計は、1個の非拘束ヒンジをもったセグメントリングを解く(本論文の図-2で示されるように、抵抗土圧の発生する方向を規定して考えれば、静定構造物として解くことができる)ことと、その結果の抵抗土圧を用いて各ヒンジの変位を求め、非拘束ヒンジがリングの内側に崩壊するかどうかの幾何学的条件を検討することに帰せられる。

著者らの考え方の骨子は以上のようなものであるとして、つぎの諸点についてご質問します。

図-1



(1) 「非拘束ヒンジを1つ残す構造においてまったく安定であることがわかる」(p. 10, 左下から7~6行目)とあるのは、「拘束ヒンジはすべて地山方向に向かって変位するので多ヒンジ系セグメントリングの崩壊は、最後に残った1つの非拘束ヒンジの飛躍によって発生するにすぎない」(p. 10, 右下から27~30行目)という考え方が前提となっているものと思われる。しかし、たとえば図示のように、C点がB, D点に比べて、地山が固くて変位しがたい場合とか、C点に主働土圧的外力が働き、受働土圧の外力の発生がわずかなようなときなどでは、地山に拘束されたヒンジの中でも崩壊することが考えられる。

したがって、本構造の安定性の検討は、非拘束ヒンジの崩壊条件を吟味することだけでは済まされないのではないかと?

(2) シールドに作用する荷重および地山の抵抗係数( $K$ )は一般に把握しがたく、またそれらの値のばらつきが非常に大きい。しかも本構造にはいわゆる重ね合せの原理が適用できない。したがって、設計に用いる荷重の大きさ、その分布状態、地山の抵抗係数( $K$ )などは、安全を考えて、実際に起こりうる極端な状態もしくは値(たとえば一部分の湧水などによる部分的な $K$ の値の極端な減少など)を幾種類か想定しなければならない。しかし、このような種類をすべて想定しつくすことは、実際問題としては相当困難と思われるから、本構造のとくに安全性の確認はむずかしいのではないかと?

(3) 本構造において、曲げモーメントが小さいのは、リングに作用する力の合力の作用点が各ヒンジ点を通るように抵抗土圧が発生するからで、このような抵抗土圧が発生するのは、ヒンジによってリングの変位が容易にされているためと考えることができる。しかし、継手が多少モーメントに抵抗できる構造(ボルト継手構造)においても、継手が降伏すると、同様な傾向が現われ、究極的には合力の作用点が継手付近を通るように抵抗土圧が発生するから、曲げモーメントが大きく発生すること

はない。また継手以外の点に降伏ヒンジが発生しても同様な抵抗土圧の発生によってモーメントは大きくならない。したがって、同一強度のセグメントを用いた継手とヒンジとした構造と、ボルト結合した構造を比較したとき、後者が前者より、強度および安定度の点で勝るとも劣ることはない。

したがって、「多ヒンジ系セグメントリングでは曲げモーメントが減少するから経済的構造となる」という結論は、単に設計の考え方としてだけでなく、実際の構造においても、継手をヒンジにすることに対しては、当を得ていないのではないかと。さらに前項で述べたように、本構造の安全性の確認が困難であるとすれば、やはり実際の継手はボルト結合にすべきではなからうか？

(4) 「設計計算の対象となる構造は解の存在の可能性をもつすべての静定構造である」と、本論文の 3.(2) の終りにあるが、形状および主働荷重が一定なものに対応する静定なつり合い状態は1種類しか存在せず、したがって、解が1つ見つければ他の静の存在の可能性について検討を加える必要はないのではないかと。

(5) 数箇所「地山とセグメント リングとの間に相対的ずれを………」とあるが、相対的ずれとは具体的にはどのようなことを指すのかご教示願いたい。

注：本討議に対する回答は原著者より原稿の提出があり次第掲載します。  
(論文集編集委員会)