

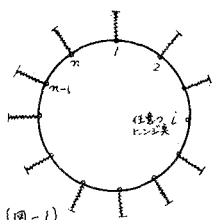
都立大学 正員 山本 裕

都交通局 正員 遠藤浩三

都交通局 正員 O 福井正憲

ソ連邦で行われている多ヒンジ系セグメントリングの設計計算法を檢討するに、入手可能な文献では安定性にかんする検討が不十分のように見えるし、変位条件を満たした後の釣合条件を檢討するより、逆に有りうる釣合条件を出して後変位の拘束条件を檢討する方が取扱いが簡明であるばかりか、これによつてこの種覆工構造の安定性の吟味も容易なように見えるので、こゝに独自の立場から設計計算法を試みることにした。

セグメントのヒンジ結合により組立てられたセグメントリングは、多ヒンジ系不安定構造物と考えることができる。然しこの構造物は、地中に埋込まれると、地山から作用する主動土圧的外力と受働土圧的地盤反力とを受けながら変形し、不安定から安定へと移行してゆく。そして一定の結合関係、すなわち構造物としての変位拘束条件を満足するとま可塑性地山の中で崩壊を起さない安全な建造物として機能を発揮することが出来る。多ヒンジ系セグメントリングが不安定から安定へと移行する過程においてセグメントを剛体として考えれば、ヒンジ英のみで地盤反力を受ける系で置きかえることができる。これを図-1のゴとくスプリングで示せば、次々と地盤反力(スプリング)が外力の作用とともにヒンジに現われ、終りに一つのヒンジ英だけにスプリングの現われぬ状態が出現するが、この状態は静定であつて、不安定構造物は、この状態に至るまでリング運動により自由に變形するが、こゝに至つて運動は停止し安定に至る。そこで覆工をこの静定構造物の状態で解き、その変位計算を行つて、変位拘束条件を満すことを確かめうるならば、多ヒンジ系セグメントリングは、初め不安定構造物として運動するが、變形が経つた後やうともこの静定構造に到(図-1)達しうることを証明できたことになる。そこでこの計算結果をそのまゝ利用してセグメントリングの計算を行なふかうというのがこの設計法の原理である。



前記の原理にしたがつて、静定構造物の計算をするに當り、設けられた仮定は次の通りである。

1) セグメントリングを構成するセグメントは、変位計算を行なうに際しては剛体として取扱ふ。これによつてセグメントリングの變形は、ヒンジ英のそれのみによつて定まるから、單に安定計算のみを行う場合には、ヒンジ英にスプリングも考えるのやでも十分である。先に考えぬスプリングはこれを意味している。しかし、計算結果を元にセグメントの設計に役立たしめようとするれば、この計算法では余りにも突然に合致しないうらみがあるから、最初からこの変位を考慮するとすれば、セグメントの全外周にわたつてスプリングが存在すると思ふればよい。

2) リングの變形は微小であるとする。この仮定により釣合は、リングの變形前であつてよいし、また主は、釣合から生ずる反力によつて計算することが可能になり計算が容易である。たゞし、崩壊が生ずる附近においては、大きい變形が対象とされなければ現象の正しい考察はできないが、この

設計計算では安全性の確認が主目的であるので、この仮定で満足することにする。3) スプリングは Winkler の仮定に従い、線形スプリングであるとし、スプリングの作用する方向は中心方向を向くとする。地山反力をスプリングで置きかえるとき、何も線形スプリングで置きかえる必要はなく、非線形スプリングでも計算は同じであるが、この場合においても突然と完全に説明できず、単に鉄筋コンクリートの設計法と同じく安全性のチェックのみに利用されるにすぎないから、ここでも最も簡単な線形スプリングを仮定するに止めることにする。4) 覆工に作用する接線方向反力のうち系の中で釣合うものはこれよりとし、系の中で釣合わないものは、摩擦カとしてこれを設置するものとする。この仮定の前提は、外力が覆工の断面の中心を通る軸にたいして対称である場合、釣合式の中に回転運動の釣合を考慮する必要がなく、接線方向反力は系の中で釣合うものが存在するにすぎないし、これを無視することは計算上安全側の仮定に通ずる。後段の仮定は、外力に対称性が存在しない場合には、外力の合力が中心を通らないため、反力による合力との間に偶力が生じ、これに釣合う接線方向反力が必要になる。そこで、これとスプリング反力に対する摩擦カとして考えなければならない。5) ヒンジ結合されたセグメントリングは、如何なる変形を受けてもヒンジが脱落することなくリング運動するものとする。この仮定は、この種計算法も成立させるためには是非満足されなければならない。したがって、セグメントリングは、何等かの形で接続されなければならないので、これを満足構造の研究が望まれる。6) セグメントリングに作用する主動土圧的外力は、セグメントリングの変形に拘束なく足さる。ここに主動土圧的外力とは、セグメントリングに変形を生ぜしめる源となる外力で、地山のゆるみによって発生する土圧である。これには種々の計算式があるからそれを利用すればよい。

受働土圧的に生ずる反力は、当然リングの変形にともなうて生ずるものであるが、静定構造物と対象としているから、単に主動土圧的外力に釣合うカとして計算される。

以上の仮定に基づき、反力の大小が定められたとき、ヒンジ處に、ある荷重が引張りであるならば、そのスプリングは地山の性質より所期の機能を発揮せないので、このような構造は存在しないものとして考慮から除外する。このような吟味を考慮する全ての静定構造物について行い、更に変位拘束条件が満たれるかどうかを検討する。この吟味によって飛躍による崩壊が生じないことを確かめられれば、その構造は安全であるといえる。変位の検討においては、地山は覆工の変形前の位置にあり、スプリング反力から計算される変位は、地山の中に生ずるとしてリングの閉合の条件から計算される。しかし、実際には、リングの変形とともに地山が移動するため、ここに考えらセグメントリングの変位は、実際に生ずる変位より大きいと考えられるから、安全側の検討を行ったことになり、崩壊の吟味としては十分である。ただし、以上の計算より解は必ずしも唯一つとは限らない。

以上述べた仮定および計算法にしたがって行った計算例を図-2に示す。スロバキアの Dr. Ing.

Rozán が図-3に示すような弾性体中に埋め込まれた状態のリングの実験を行っているが、同じ荷重条件の下で行った我々の計算結果は図-3の(右半分)の通りで、これと良く一致している。但し、集中荷重のかかる頂部セグメントを除いては、周囲に rubber plates が敷いてある。図心半径 = 74.35 cm , リング巾 = 20 cm , $P = 1.163 \text{ Kg}$ 。(図-2)

