

III-182

ピン・ホゾ構造を持つセグメントの継手剛性に関する試験

東北新幹線 上野トンネル

国鉄 東京第一工事局

(正) 土井傳己

 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$

(正) 河田博之

” ”

(正) 澤 健

まえがき

東北新幹線上野トンネル用に設計したシールドセグメントには、図-1に示したようにセグメント間継手はピン構造、リング間継手はピン-コンクリートネズ(凹凸)構造を採用した。今回は、実際のセグメントを用いた載荷試験の結果とそれに基づく曲げ剛性係数 k 、曲げモーメント割増率 α の考察等について報告する。

1. 試験の概要

実施した試験の種類を表-1に示す。継手曲げ試験は、添荷セグメントの影響を調べるために行なつたものであり、載荷に伴ない導入される曲げモーメントと軸力の比率が変れるように支承部の水平方向に対する拘束条件を変化させた。また、今回初めて採用したピン-ボツ構造のリング間継手の耐力を調べるために、継手せん断試験を行つた。

2. 継手曲げ試験結果

表-1のうち、D試験およびH試験の結果より求めた曲げ剛性有効率 η 、曲げモーメント分配率 μ と荷重レベルとの関係を図-2、図-3に示す。

クは一般に軸力の増加とともに小さくなる。また、B-K-Bの組合せ(D)はA-Aの組合せ(H)よりクが小さい。ただし、試験に使用したセグメントは実際よりクリアランスが大きくなるように製作されており、その影響も小さいと考えられる。

4はセグメントの組合せにより傾向が異なっている。
すなわち、B-K-Bの組合せ(D)は軸力が大きくなる。

図-7. A型セグメント形状図

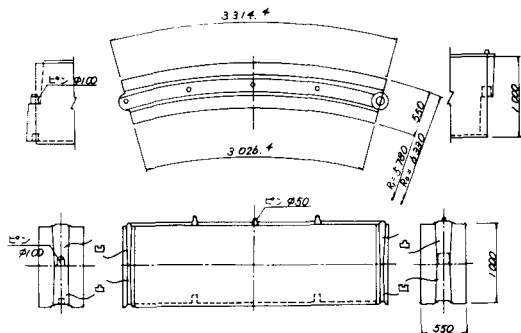
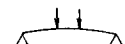
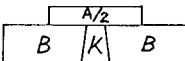
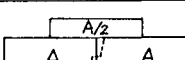
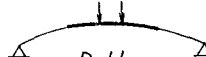


表-1 試験の種類

記号	支承条件	試験内容	セグメントの組合せ	測定項目	載荷方法	
A	自由	曲げ破壊		コンクリート 鉄筋ひずみ 各部鉛直変位 支承部水平変位		
B	半固定(φ33ロッド×2)	軸力曲げ		コンクリート 鉄筋ひずみ		
C	〃 (φ20〃×〃)			継手ヒンジのひずみ		
D	固定			連結棒のひずみ		
E	自由	曲げ破壊		継手部の開口量		
F	半固定(φ33ロッド×2)	軸力曲げ		各部鉛直変位		
G	〃 (φ20〃×〃)			支承部水平変位		
H	固定			タイロッド張力		
I	自由	曲げ破壊		各部鉛直変位		
S ₁		せん断破壊		継手部の開口量		
S ₂						

るにつれて ψ が小さくなり、A-Aの組合せ(H)は、軸力と関係なく ψ が一定である。なお、B-K-Bの組合せでは、65mからは、セグメントにクラックが発生したため違う挙動を示している。

水平方向の拘束をなくしたE、I試験では破壊に至るまで載荷した。その場合の破壊性状は、まずリング間ピンの周辺のクラックが大きくなり、最終的にはコンクリートホゾの凹側の縁端部が鉄筋の表面に沿って剥離するかたちで破壊に至った。

3. 継手せん断試験結果

リング間継手として今回採用したコンクリートホゾが、設計せん断力に対して安全かどうかを確認するためにせん断試験を実施した。その結果、ホゾのせん断耐力は、設計上の許容せん断力($\tau_a = 9 \text{ kg/cm}^2$)に対して平均2.3の安全率があることがわかった。

4. 継手のモデル化

試験体を図-4のようにモデル化し、リング間継手のせん断バネ定数 k_s 、セグメント間継手の回転バネ定数 k_θ を、試験結果の中央部鉛直変位 δ_m と曲げモーメント増率 ψ_m が一致するように値を求めた。

試験としては、曲げモーメントと軸力の比率などが設計状態に近いと考えられるH試験を対象とした。この結果、 $k_\theta/k_s = 5$ 、 $k_s = 3.138 \text{ t/m}$ 、 $k_\theta = 15.688 \text{ tm/rad}$ で試験結果と良く一致した。

5. リング全体を考える場合の ψ

セグメントが十字状に組立てられた全リングモデル³⁾(2リング分)に、4.で得られた k_s 、 k_θ の値を用いて設計荷重を作用させ、剛性一様リングとの比較を行なった。水平地盤反力に影響のあるS、L位置の変位で比べると曲げ剛性増率 ψ は0.5程度となった。また、曲げモーメントが最大となる位置で比べると曲げモーメント増率は0.1程度となった。

まとめ

今回の試験により、初めて採用したコンクリートホゾ型式のリング間継手の安全性が確認され、また、このような継手型式のシールドセグメントの挙動をほぼ把握できた。今後は、現地測定を実施して、セグメントリングの挙動および設計法についてさらに研究を進めたい。

〔参考文献〕 1) 国鉄；シールドトンネルの設備施工指針(案) 52.12

2) 河田地；セグメントリング各種設計法の比較

(土木学会第33回年次学術講演会概要集オ3部 P410)

3) 長崎他；新しい計算法を用いた13mのセグメントリングの設計

(土木学会第35回年次学術講演会概要集オ3部 P486)

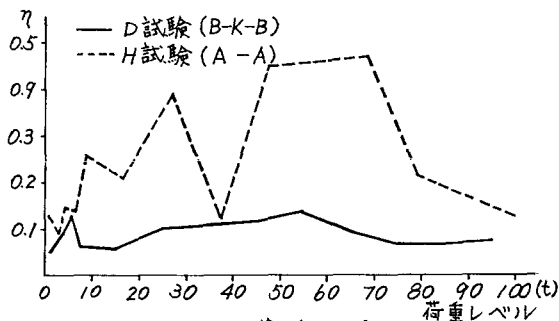


図-2 荷重- η

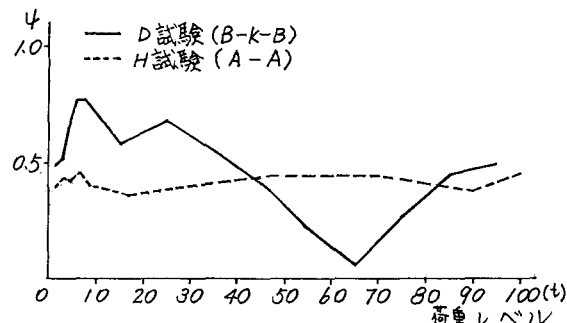
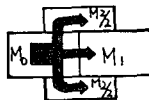


図-3 荷重- ψ

ψ の定義



$$\psi = \frac{M_2}{M_0} = \frac{M_2}{M_1 + M_2}$$

M_0 ；継手を無視して計算した曲げモーメント
 M_1 ；セグメント間継手を通じて主セグメントに伝達される曲げモーメント
 M_2 ；添接セグメントに迂回して伝達される曲げモーメント

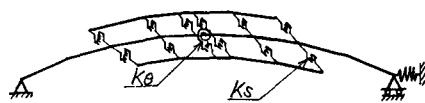


図-4 継手のモデル化