

I-549

リング組みシールドトンネルの交番載荷実験——2次覆工の無い場合——

建設省土木研究所 正員 川島 一彦
 建設省土木研究所 正員 杉田 秀樹
 建設省土木研究所 正員○加納 尚史

1. はじめに

著者らは、シールドトンネルの長手方向の耐震性を検討するため、シールドセグメント部分模型を用いた載荷実験を行い、その結果を報告した¹⁾。これに引続き、本文では、シールドセグメントをリングに組んだ供試体を用いて長手方向に正負交番載荷を行い、リングを組んだことによる影響を中心に変形及び破壊特性を検討したので、その結果を報告する。

2. 載荷実験の概要

載荷実験に用いた供試体は、外径1.8mの下水道用標準セグメント(シールド工事用標準セグメント(土木学会、下水道協会共編、1982年)、セグメント番号2番)に従って製作したものである。図-1に示すように、厚さ12.5cm、リング長90cmのRC平板型セグメント4体を千鳥組みにし、長手方向に4リング連結したものである。なお、Kセグメントだけは簡単のため省略している。リング間継手及びセグメント間継手は図-2に示す構造であり、それぞれD10及びD13のアンカー鉄筋(長さ30cm)によってセグメントに定着されている。継ぎボルトにはM20を用い、軸力4.7tfを目標に締め付けた。コンクリートの強度は573kgf/cm²(圧縮)、47.7kgf/cm²(引張)であり、また鉄筋の破断強度は4920kgf/cm²(D10)、5300kgf/cm²(D13)である。供試体への載荷は、供試体の一端を固定し、他端を載荷治具を介してアクチュエーターにより疑似荷重制御により行なった。ここで疑似荷重制御とは、剛性の低い引張側には変位制御で、また剛性の高い圧縮側には荷重制御を行い、結果として全体を荷重制御した場合とほぼ同等な載荷を与えることをいう。

3. 実験結果

図-3に供試体全体の軸方向変形と載荷荷重の履歴を示す。供試体の変形は、①いずれのリング接合面においてもリング間継手周辺にクラックが発生→②リング間継手金具面板の降伏→③アンカー鉄筋の降伏→④供試体外周面にクラック発生(JT3のみ)→⑤JT3における外周面クラックの進行→⑥JT3におけるリング間継手のアンカー鉄筋の破断→⑦リング接合面の破断、の順で生じている。ここで、②が③の、また、③が④の発生原因となっていること、また、最大耐力は②と③の間で生じていることが興味深い。なお、セグメント本体及びセグメント間継手部には、損傷は生じていない。JT3におけるリング間継手の破壊状況は図-4に示す通りである。継手面板は「く」の字型に変形しており、それに伴い継手定着板がボルトボックス内に曲げられたことが、上述したアンカー鉄筋の降伏を表わしている。

図-6に各リング接合面における継ぎボルトの平均軸力と載荷荷重の履歴を示す。図中には継手面板が完全に離れ、引張力を継ぎボルトで全て受け持った場合の関係を破線で示している。これによると、ボルト軸力と載荷力の履歴は、載荷力を継ぎボルトが全て受け持った関係になっていない。これは、継手面板の完全な離間が生じていないか、もしくは、ボルト軸力測定の誤差によるものと考えられる。なお、ボルトの初期締め付け力は、載荷の繰返しに伴い徐々に減少しており、最終的にはJT1では初期締め付け力の62.4%、JT2では65.7%に、それぞれ減少している。これは、継手面板に生じた降伏及びワッシャーの変形(ボルトが喰い込む)によるものである。

図-7にセグメント継ぎボルトの軸力と載荷荷重の履歴の一例を示す。セグメント継ぎボルトの軸力は、全載荷過程において初期締め付け力から変化しておらず、軸方向力を受けた場合には、たとえセグメントを組んだとしてもセグメントの円周方向に作用する力は微少であることを示している。このことは、従来実施してきたセグメントの一部を切り出した部分模型による実験結果が、軸方向力を受けるシールドトンネルの挙動を把握する上で妥当なことを裏付けている。

4. まとめ

リング組みしたシールドトンネルの交番載荷実験を行なった結果、従来実施してきたセグメントの部分模型により得られた実験結果とほぼ同様な傾向を示すことがわかった。

<参考文献> 1)志波、川島、大日方、加納：RCシールドセグメントの交番載荷実験——2次覆工の無い場合——、土木学会第42回年次学術講演会講演概要集第I部門、昭和62年9月

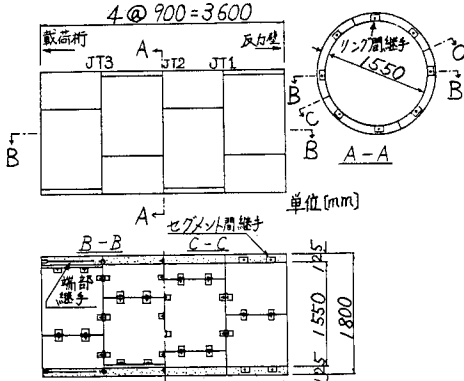


図-1 供試体の概要

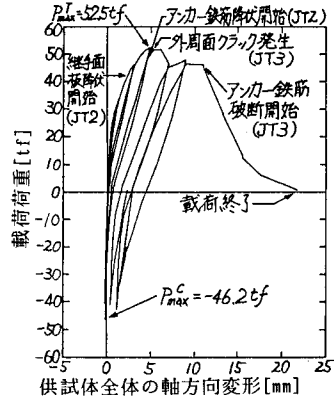


図-3 軸方向の荷重～変位履歴

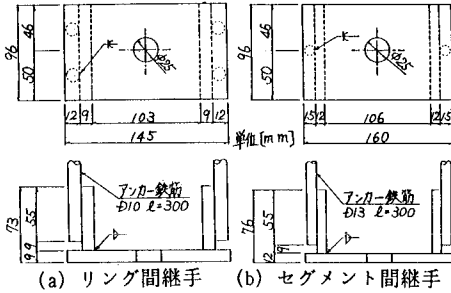


図-2 継手の構造

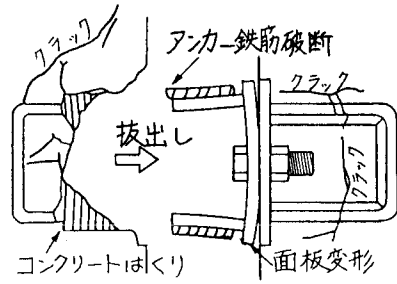


図-4 リング間継手の最終破壊状況

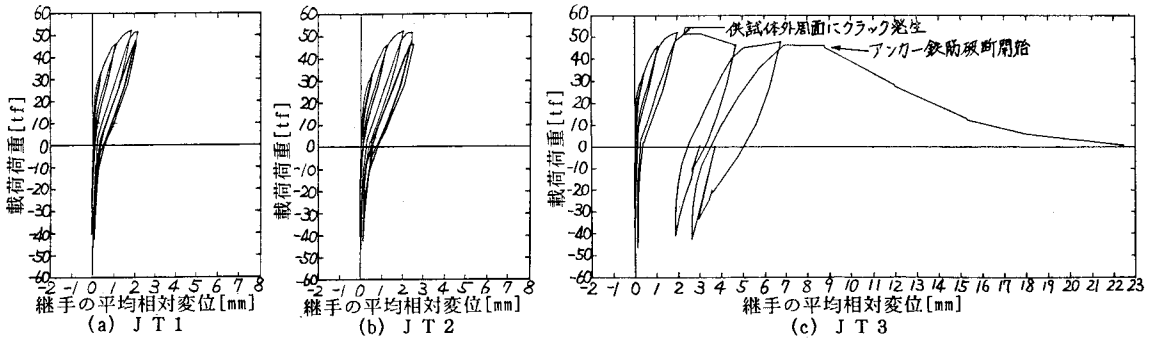


図-5 各リング接合面における荷重～相対変位の履歴

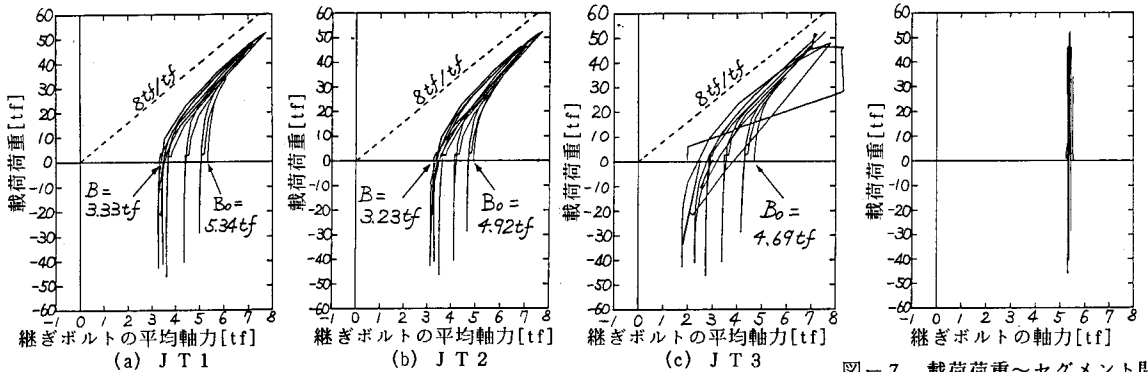


図-6 載荷荷重～リング間継ぎボルト軸力の平均値
(同一断面における4～8本の平均)の履歴

図-7 載荷荷重～セグメント間
継ぎボルト軸力の履歴