

I-550

リング組みシールドトンネルの交番載荷実験－2次覆工のある場合－

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、すでにセグメントの一部を長手方向に切り出した模型供試体を用いて覆工剛性および破壊特性に着目した実験を行っている¹⁾。しかし、リング状にセグメントが組まれる実際の構造物に長手方向の力が作用した場合の長手方向および円周方向の挙動については未だ明らかにされていない。このため、リングを組んだシールドトンネル模型を用いて正負交番載荷実験を行ったので、その結果を報告する。

2. 載荷実験の概要

供試体としては、図1に示すように厚さ125mm、長さ900mmのセグメント4個をリング状に組み、これをリング継手により4リング分だけ連結した後、厚さ200mmの2次覆工コンクリートを打設して一体構造としたものを用いた。セグメント並びにリング継手の構造については外径1.8mの下水道用標準セグメントを参考にした。なお、2次覆工の円周方向にはリング筋としてD13を12本、長手方向には供試体の全長にわたってD13を16本配筋した。供試体への軸力の載荷は、供試体の両端をそれぞれ反力壁および載荷用治具に固定し、載荷用治具の両端に接続した2台の加振機を同位相で操作することにより行った。

3. 実験結果

3つのリング接合面を含む長スパン変位計による変位と載荷力との関係を示すと図2の通りである。模型供試体のリング接合面を反力壁に近い方からJT1、JT2、JT3とすると、供試体の破壊は引張変位の増加にともない、概ね、①2次覆工のクラック（JT1,2,3でほぼ均等）、②2次覆工の鉄筋の降伏（JT1,2,3でほぼ均等）、③リング継手金具面板の降伏（JT2）、④リング継手のアンカー鉄筋の降伏（JT2）、⑤最大荷重の発生、⑥リング継手のアンカー鉄筋の破断（JT1,2）、⑦2次覆工鉄筋の破断（JT1,2）の順番で進行した。ただし、リング継手の金具面板およびアンカー鉄筋の計測はJT2でのみ行っている。

2次覆工には載荷前から乾燥収縮等によるクラックが生じていたが、リング接合面の位置以外に生じたクラックは載荷が進んでもほとんど進展していない。また、載荷にともないリング接合面の位置で供試体を一周するクラックが生じると、この位置の2次覆工鉄筋は降伏を開始し、変位が33mmとなるまでに全てのリング接合面で2次覆工鉄筋が降伏した。

一方、1次覆工では2次覆工鉄筋の降伏が8割方生じて変位が16.1mmとなった時に、セグメントの外周面にもクラックが生じ、これに伴いリング継手金具面板とアンカー鉄筋が相次いで降伏して供試体は最大耐力160tfを示した。なお、この時までには各リング接合面は概ね均等に開いているが、さらに載荷が進んで変位が37.2mmとなりJT1およびJT2でアンカー鉄筋の破断が始まるとこれらの断面においてのみ開き量が増加し、アンカー鉄筋と2次覆工鉄筋が次々と破断した。各リング接合面の開き量と載荷力との関係を示すと図3の通りである。ここで載荷治具のストロークの制約から引張変位は100mmまでとしている。この時の供試体の状況を示すと図4の通りである。この図によれば、JT1では下側が、JT2では上側が大きく開いているが、このようにリング接合面の円周方向に破壊の差異が生じたのは、リング継手金具面板とアンカー鉄筋が相次いで降伏した後である。なお、リング継手では定着板に溶接したアンカー鉄筋が定着板の端部で破断し、面板は図5に示すように円錐台状に変形した。

供試体の円周方向の挙動に関して、セグメント継ぎボルトの軸力と載荷力との関係を示すと図6の通りである。これによればセグメント継ぎボルトの軸力は載荷力にかかわらず初期値のまま一定であり、セグメント継手には軸方向の載荷力によってほとんど力が作用しなかったことがわかる。

4. まとめ

本実験により以下の点が明らかとなった。

- 1)破壊は各リング接合面に均等に、またリング接合面内では円周方向にも均等に分散しながら進行するが、いずれかのリング接合面でリング継手の破壊あるいは2次覆工鉄筋の破断が生じ耐力が低減すると、以後の破壊はそのリング接合面に集中し、またリング接合面では長手方向以外の変形を生じやすくなる。
- 2)本実験で対象とした覆工構造では、トンネル長手方向の力によって円周方向にはほとんど力が作用しない。

《参考文献》

- 1)大日方、川島、加納、志波：連接したRCシールドセグメントの載荷実験、土木学会第42回年次学術講演会 講演概要集第1部門、昭和62年9月

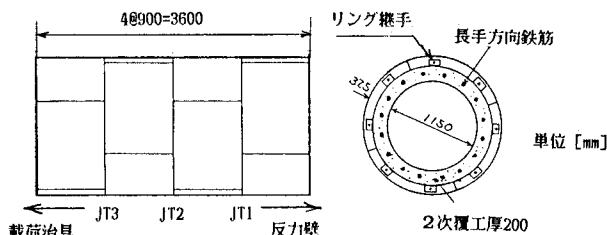


図1 供試体の概要

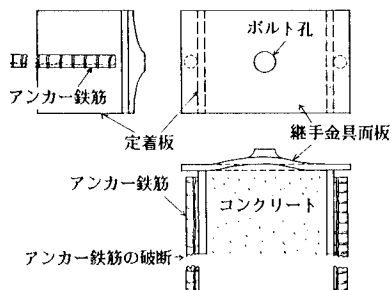


図5 リング継手の破壊状況

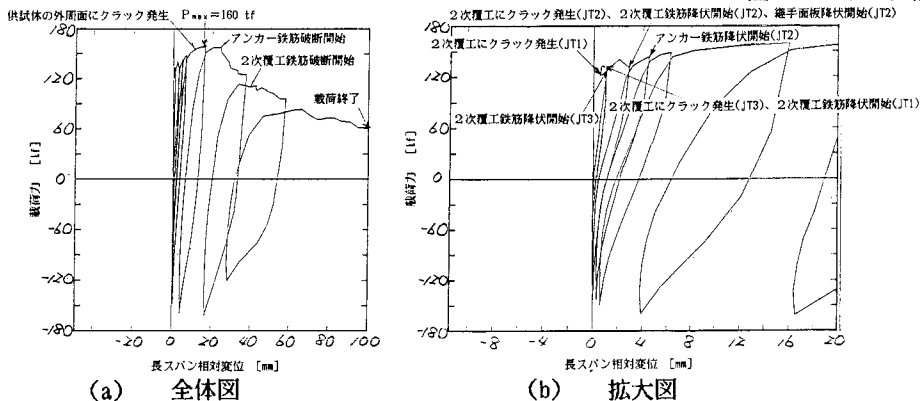


図2 変位と載荷力の関係

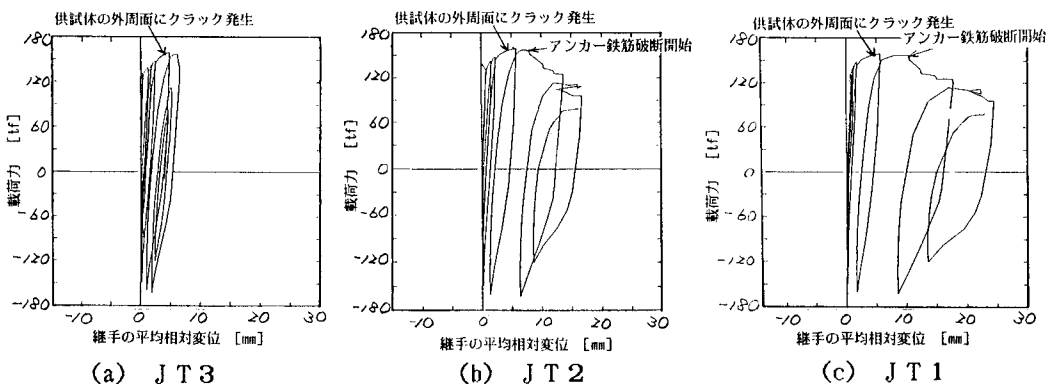


図3 各リング接合面の開き量と載荷力の関係

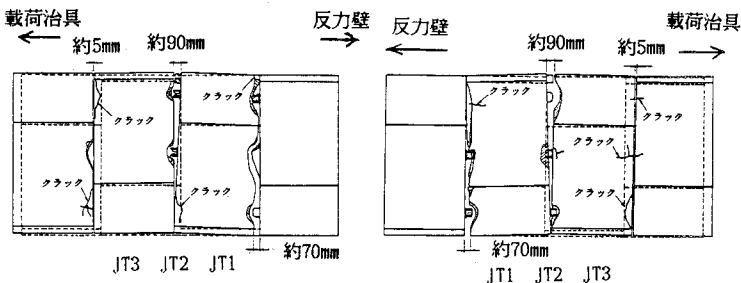


図4 供試体の最終状況（側面図）

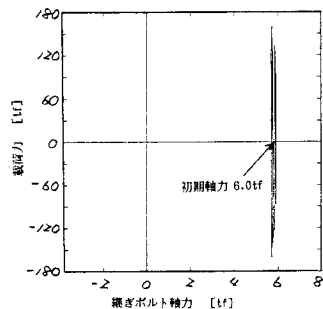


図6 セグメント継ぎボルトの軸力と載荷力の関係