

III-286

シールドトンネルの軸方向剛性評価実験
(その2) セグメント継手引張・せん断実験

飛島建設(株) 正員 三輪 滋
(株) 奥村組 水谷 善行
鉄建建設(株) 川端 和則

1. はじめに

本文は、本実験[参考文献(その3)~(その5)]に先立って行った、継手を選定し、継手の剛性、降伏性状を確認するための予備実験(継手部分の引張、せん断実験)についての報告である。

2. 継手の選定(片面引張実験)

本実験で使用する継手を選定するため、図1に示す4タイプの継手について一般の継手引抜き試験と同様な方法で片面引張実験を行った。タイプAはリング間継手標準型(曲げ加工型)、タイプBはピース間継手標準型(溶接型)であり、タイプC, Dはそれぞれの部材厚を増した補強型である。アンカー筋はアンカー部の変位による影響を少なくするため $4 \times D16$, $\ell=400$ mmとし、主筋との接触を避けるため、図2に示すように曲げ加工を行った。载荷は20tまでの引張荷重を与えた。図3に継手フランジプレート中央の変位量を示す。継手金物の剛性が高いほど変形量は小さくなり、降伏荷重も大きくなる。タイプAは15~18tで継手隅角部でクラックが発生し破壊したが、他のタイプは降伏後も延性を示した。曲げ加工型のA, Cは5t以下で周辺のセグメントコンクリートにクラックが発生したが、溶接型のB, Dは周辺コンクリートへの影響が少なかった。継手剛性、周辺コンクリートへの影響を考慮し、本実験ではBタイプの継手を使用することにした。

3. 継手両面引張実験

継手部の引張剛性を検討するため図4に示す実験装置でKセグメント2体を用いて継手の両面引張実験を行った。ボルトには4tの初期締付力を導入し、0.5tピッチで引張载荷した。継手の接線剛性は図5に示すように、荷重レベルによって変化する。大別すれば、荷重4t付近までのボルト締付力の影響で剛性が高まる領域(67.2t/mm)、荷重4~8t付近までの弾力的な挙動を示す領域(12.0t/mm)、継手金物のプレートの一部が降伏しているが耐力を保持している荷重8~12tの領域(5.6t/mm)、さらに、急速に変位が増加する領域(0.6t/mm)に分けられる。荷重0~7tまでの割線剛性をとれば27.5t/mmが得られ、変位0~1mm間の割線剛性をとれば、11.7t/mmが得られる。

図6に、継手金物の中央部と端部の変位の計測結果を示す。ボルトの締付力の影響を受けており、4tまでの領域では、端部のアンカー部での変位はほとんどないが、荷重が高まるに

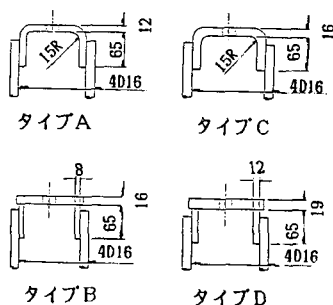
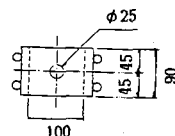


図1 継手金物の形状

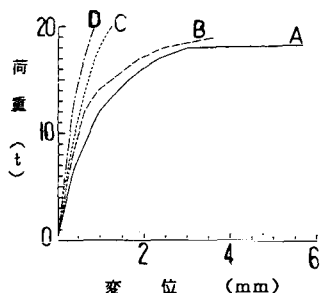


図3 継手金物中央の変位

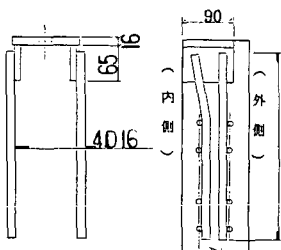


図2 アンカー筋

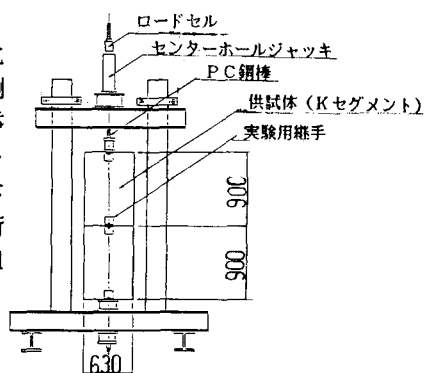


図4 継手両面引張実験装置

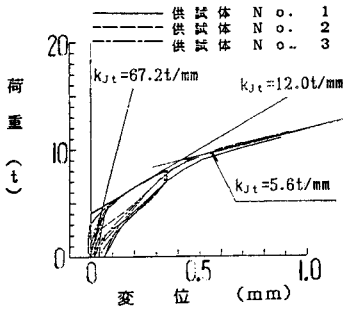


図5 継手部の変位と継手剛性

つれてアンカー部での変位が増加する。継手の設計にあたっては、継手金物自体の剛性だけでなく、アンカー筋の種類、長さ、形状に考慮する必要があると考えられる。

4. 継手せん断実験

継手部のせん断力に対する挙動を検討するために、図7に示す実験装置で、継手部に一定の鉛直荷重を載荷し、横方向荷重を徐々に増加させて継手せん断実験を行った。鉛直荷重は5、10、15tとした。これは継手1本当たりが負担するコンクリート断面積の応力としてはそれぞれ5.9、11.8、17.6kg/cm²に相当する。ボルトの締付力としては1600kg・cmのトルク（締付力約4tに相当）を与えた。

荷重とセグメントの相対変位の関係を図8に示す。すべり開始時の相対変位を0.1mmとして定義したすべり開始点とボルトのプレートへの接触点を同図に示す。すべり開始からボルト接触までの変位は供試体ごとのボルトセット位置により異なり1～4mm程度である。すべり荷重は鉛直荷重とともに増加し、摩擦係数 μ はすべり開始時で0.3～0.4、ボルト接触時で0.4～0.5程度となっている（図9）。すべり開始までの剛性は無限大に近く、すべりを生じた後、ボルトがプレートに接触すると剛性は6 t/mm程度になる。最終的にボルトは24～28 t で破断したが、フランジプレートのボルトによる支圧部に1～2mmの浮き上がりがあるだけでアンカー筋のひずみも大きな変化はなく、継手そのものは構造上問題になるような損傷は見られなかった。

5. まとめ

- (1) 継手の引張剛性は、継手金物の剛性だけでなく、ボルトの締付力及びアンカー筋の変位によって影響を受ける。
- (2) 継手部のせん断試験の結果、セグメントの摩擦係数は、すべり開始時で $\mu=0.3\sim0.4$ 程度であり、ボルト接触開始時は、 $\mu=0.4\sim0.5$ 程度であった。

参考文献

シールドトンネルの軸方向剛性評価実験(その1)～(その5)、
第42回土木学会年次学術講演会講演概要集(Ⅲ)、1987.9.

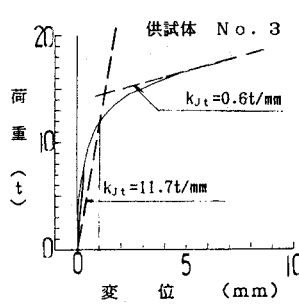


図6 継手中央と端部の
変位の比較

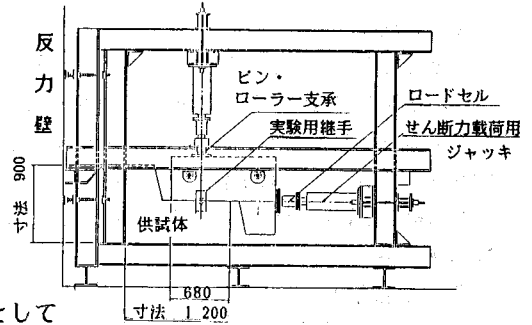
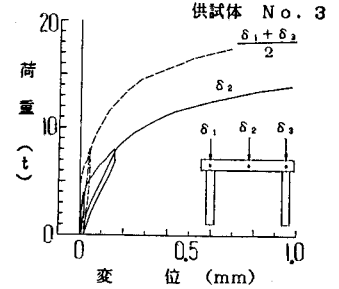


図7 継手せん断実験装置

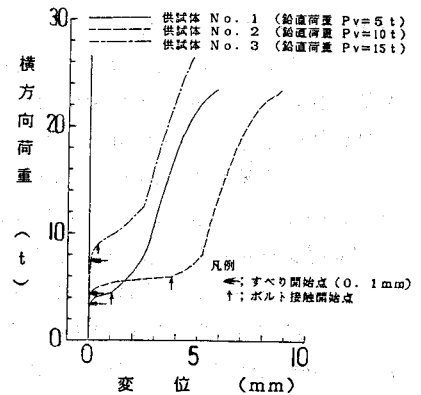


図8 せん断実験 継手の相対変位

○—○— すべり開始時（変位 0.1mm）
□—□— ボルト接触開始時

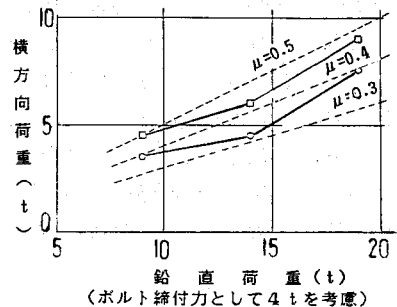


図9 鉛直荷重と横方向荷重の関係