

III-5 ホゾ付きRCセグメントの構造実験

(株)クボタ

石原 武 ・ 石井 悟

同上

宇賀田 健 ・ 和田 勝治

同上 正会員 ○ 木川 富男

1. はじめに

数体のセグメントをボルト継手で結合し、組立てたセグメントリングは、そのリング剛性がセグメント単体の曲げ剛性をもつ剛性一様なリングに比して小さい。このためセグメントリングの剛性低下を補うには、セグメントを千鳥組みした添接効果による方法が一般的である。添接効果をボルト継手に比し単純な構造でかつ大きくするには、リング間にホゾをつけることが一つの方法であるが、ホゾ部は補強するのが有効と思われる。この度、その一つとしてホゾ部補強金物を対象に、それをつけた場合とつけない場合について、曲げ応力を受ける千鳥組立て構造の力学的挙動を調査した。

2. ホゾ部構造の設計

ホゾ付セグメントと補強金物の寸法及び形状を図-1及び図-2に示した。尚、セグメントの設計条件は、トンネル径; 5mクラス、地質は砂質土、緩み高さ; 13mを想定し、断面力は、 $M=8\text{tf}\cdot\text{m/m}$ 、 $N=40\text{tf/m}$ とした。供試体のコンクリートは、早強ポルトランドセメントで設計基準強度; 450kgf/cm^2 である。

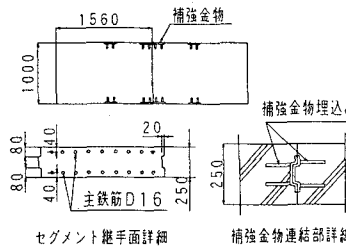
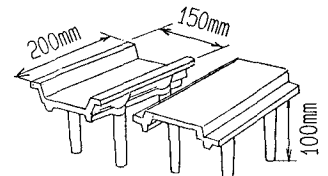


図-1 供試体及び補強金物配置図



重量: 4Kg/個 材質: FCD500

図-2 ホゾ部補強金物形状

3. 実験方法

① ホゾ部剪断実験

図-3に示す通りホゾ部に嵌合する治具をサンドイッチ状に挟み込み、その上面より载荷してホゾ部に剪断を与え、ホゾ部の強度を調べた。供試体の締結力としてシールド推進力の一部に相当する荷重 ($4\text{tf}\times 2$) を導入し、金物で補強した場合としない場合との比較実験を行った。

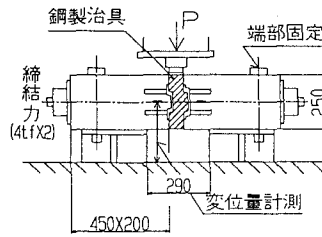


図-3 ホゾ部せん断実験

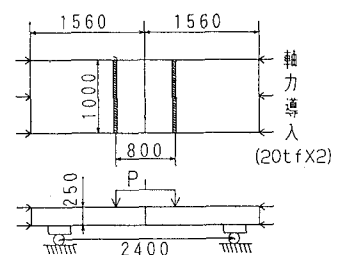


図-4 2ピース継手曲げ実験

② 軸力導入2ピース継手曲げ実験

軸力が 40tf 作用した場合のセグメント継手の挙動を調べた。セグメント継手は継手面を接触させただけのボルトレス継手とし、その载荷方法を図-4に示した。

③ 軸力導入千鳥組立継手曲げ実験

②の2ピースセグメントの両サイドにホゾ付き添接板を図-5に示した様に配置し、軸力 40tf を導入、同時に軸力に直角方向にシールド推進力の一部

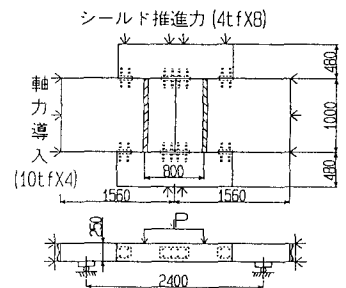


図-5 千鳥組立継手曲げ実験

に相当する荷重(4tf×8)を導入、中央のセグメントに2点载荷し、補強金物あり、なしの2通りについて実験した。

4. 実験結果並びに考察

① ホゾ部剪断実験

荷重と鉛直変位量との

関係を図-6に示した。補強金物ありは、金物なしに比較して約2.5倍強く、破壊はほぼ理論通りコンクリートのホゾ端部より45°斜面方向で割れたが、補強金物には異常なかった。

② 軸力導入2ピース継手曲げ実験

荷重と鉛直変位量との関係、及び目開きとの関係を図-7、図-8に示した。セグメント継手面は軸力による全面圧縮状態から曲げ応力の増大に伴い、圧縮応力が解除され、ついに目開きを生じ、外縁のコンクリートが圧壊した。破壊は、軸力40tf、曲げモーメント4.4tf・mであった。尚、図-5に示した様にセグメント継手の両側に無補強のホゾ付き添接板を用いた場合には、約1.7倍の強度増になった。

③ 軸力導入千鳥組立継手曲げ実験

荷重と支間中央部の鉛直変位、目開き、及び添接板主鉄筋の歪みとの関係を、図-9～図-11に示した。破壊時の荷重は、補強金物ありの方が金物なしに比較して約3倍強くその時の曲げモーメントは23tf・mであった。破壊は添接板主鉄筋が降伏することになり、始まり、ほぼ全面的に破壊状態にあった。载荷により導入された曲げ応力のうち、添接板への曲げ応力の伝達は、添接板主鉄筋の歪みより算出するとほぼ予想通りであった。補強金物ありの場合、たわみと目開き共に大きかったが、これは金物嵌合面のあそびと滑り易さによるものと考えられ、今後の改良を要す。

5. おわりに

ホゾ部を簡単な金物で補強することにより、強度が2.5～3倍に上昇し、補強の有効なことが確認出来た。剛性については補強金物の嵌合面のあそびが大きかったと考えられるので、あそびを低減する設計とするほか、ゴム板の併用等により嵌合を良くすることで改善できると考える。おわりに本研究のご指導を戴いた、山本 稔 東京都立大学名誉教授に謝意を表します。

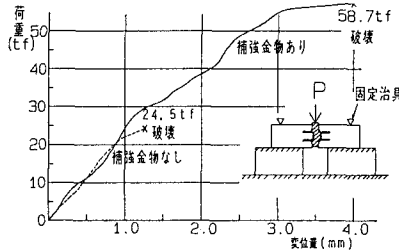


図-6 荷重と鉛直変位量の関係

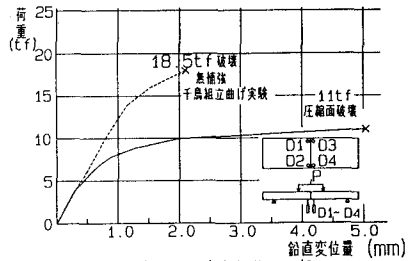


図-7 荷重と鉛直変位量の関係

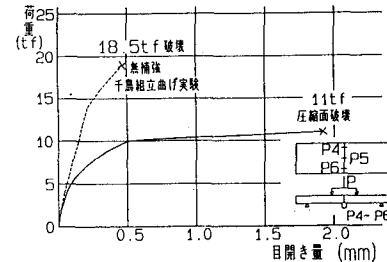


図-8 荷重と目開き量の関係

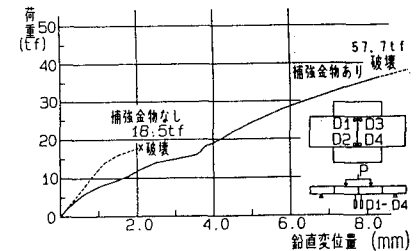


図-9 荷重と鉛直変位量の関係

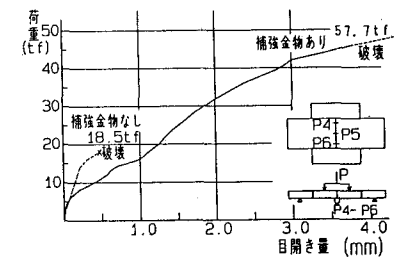


図-10 荷重と目開き量の関係

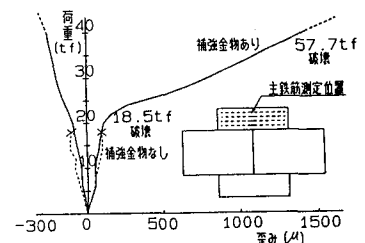


図-11 荷重と添接板主鉄筋歪みの関係