

小口径ハニカムセグメントの開発（１）ーピン継手引抜き試験ー

奥 村 組 正会員○奥野 三郎* 正会員 荒川 賢治** 正会員 福居 雅也**
石川島建材工業 正会員 染谷 洋樹***

１．まえがき

最近のシールド工事は、二次覆工省略で計画されることが多く、従来、下水流下機能の確保や覆工の劣化に備え二次覆工を行なうことを原則としていた下水道トンネルでもコスト低減を狙いに二次覆工省略が検討される事例も増えている。しかし内径φ3000mm以下の小口径トンネルでは未だ、狭隘な坑内での搬入や組立の施工性を考慮して軽量の“スチールセグメント”で施工されることが多く、防錆面から二次覆工を省略することができないのが実状である。このため、内面が平滑で、しかも狭隘な坑内でも組立性能が良好な継手構造を有する経済性の高いRCセグメントの開発が望まれている。

これらを背景に、既に開発を完了し、実用化されている六角形状のハニカムセグメントをもとに、内径φ2000mmまでの小口径トンネルにも適用可能なピン継手を用いた小口径用のハニカムセグメントを開発した。本報では、小口径用ハニカムセグメントの開発過程で行なった要素試験のうち、ピン継手の引抜き試験の結果について報告する。

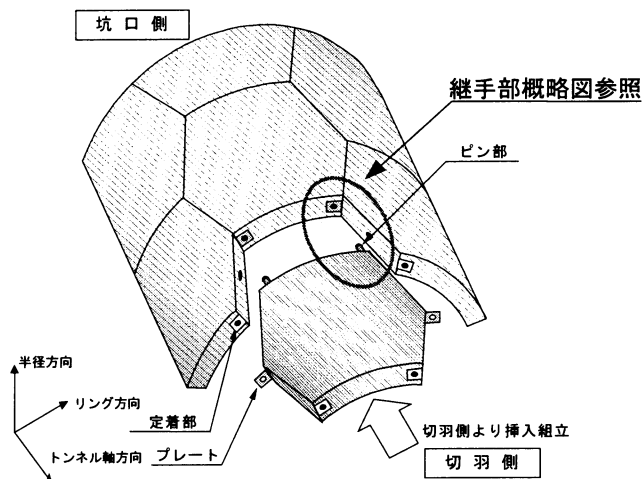
２．小口径用ハニカムセグメントの概要

小口径用のハニカムセグメントは経済性から４分割施工を基本としており、図－１に示すように軸方向に挿入して組立てられ、六角形の頂部に取り付けた鋼製プレートを図－２に示すように軸方向にピン継手で挟込む、

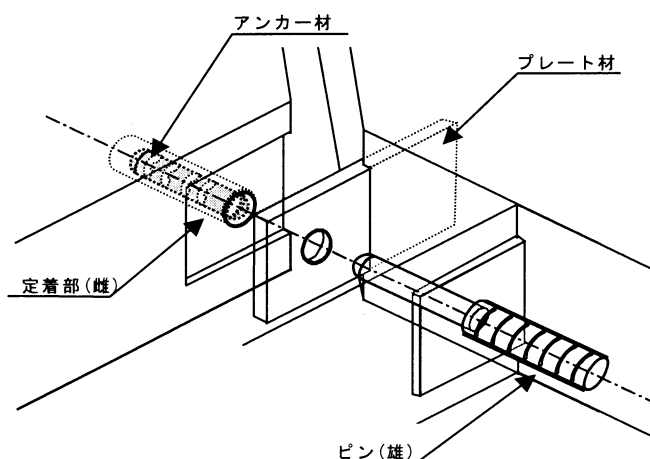
継手の連結構造としている。ピン継手は雌側にケミカルアンカー（エポキシ樹脂系）をあらかじめ挿入し、雄側に配置したピンでケミカルアンカーを押し潰して定着させ、継手の曲げモーメントに対してはピンで連結された鋼製プレートが、曲げ引張作用による継手の目開き変形を抑制する構造としている。

３．ピン継手の引抜き試験

ケミカルアンカーを用いたセグメント用のピン継手は、我が国でも初めての試みであり、基本的な引抜き耐力や地震時の検討に必要なばね定数を検証する目的で、写真－１、２に示す試験用の供試体を万能試験機を用いて、低荷重レベルから徐々に荷重を増加させ、荷重載荷と除荷を繰返す引抜き試験を行った。供試体にはM18（定着長10cm）のネジ切りピンを用い、定着部はφ22mmの鋼管を用いた。また、ピンの形式には耐震性を考慮し、よりピン継手のばね定数が小さいと考えられる図－３に示す二重管形式のピン継手の繰返し引抜き試験もあわせて実施した。



図－１ 組立概念図



図－２ 継手部概略図（プレート締結方式）

二次覆工省略	セグメント	ピン継手	小口径				
* 奥 村 組 本社	土木部	〒545-8555	大阪府阿倍野区松崎町 2-2-2	TEL.06-6621-1101	FAX.06-6623-7699		
** 奥 村 組 技術本部	技術開発部	〒108-8381	東京都港区芝 5 - 6 - 1	TEL.03-5427-8470	FAX.03-5427-8104		
*** 石川島建材工業 事業本部	土木設計部	〒100-0006	東京都千代田区有楽町 1-12-1	TEL.03-5221-7238	FAX.03-5221-7298		

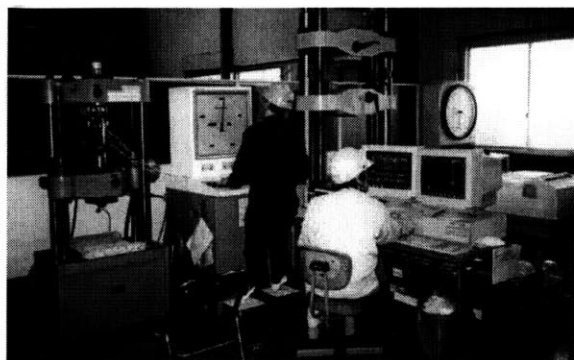


写真-1 試験状況（全景）

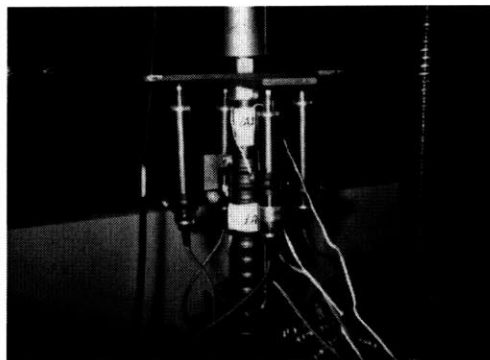


写真-2 試験状況（近景）

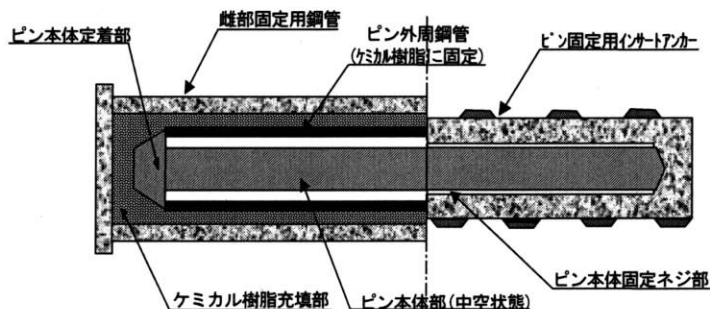


図-3 二重管タイプ継手の概念図

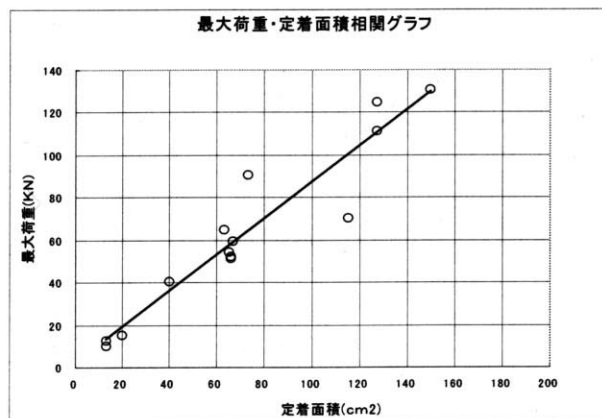


図-4 最大引抜き荷重一定着面積の相関

4. 引抜き試験の結果

引抜き耐力は定着面積と図-4に示すように高い相関があり、定着面積当たり 9N/mm^2 である結果が得られた。ピン継手1箇所当りの最大引抜き耐力は約 100kN /本であり、この値は計算上のコンクリートの極限引抜き耐力に相当している。図-5、6に示すようにピンの繰返し载荷により残留変位はあるものの、最大引抜き荷重の低下は小さい。また、図-3に示す二重管タイプのピン継手は図-2のピン継手に対して、約50%以下のばね定数となった。

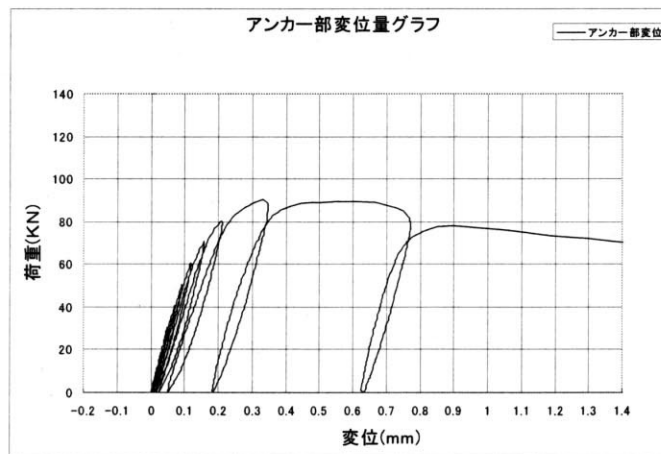


図-5 荷重-変位の相関（定着長：100mm）

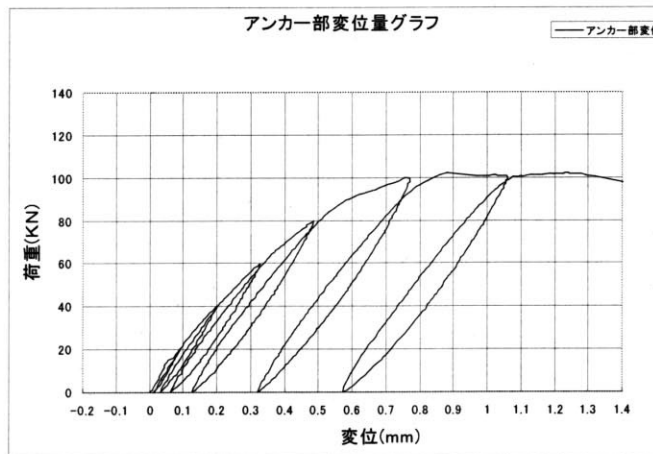


図-6 荷重-変位の相関（二重管タイプ）

5. まとめ

今回の引抜き試験の結果、実用上十分なピン継手の引抜き耐力があること、および地震時に発生するトンネル縦断方向の引張り作用に対しても継手目開きが小さいことなどを確認した。これらの結果から、今後、レベル2クラスを対象とした耐震設計においても、二重管方式のピン継手を併用することによりトンネル軸方向の引張力に対しても柔軟に対応可能であると考えられる。