

Ⅲ - B143

RC平板型セグメント用NFインサート式継手の継手性能試験

帝都高速度交通営団 正会員 石川幸彦 正会員 中村博征
(株)クボタ 正会員 佐藤宏志 正会員 鬼橋保祐

1. はじめに

近年、シールドトンネルの建設費削減や、施工性の向上を目的として、セグメントに関する種々な継手構造の提案がなされている。今回、経済性を主眼として、配筋とボルト締結の施工性を容易にしたNFインサート式継手を開発し、実大セグメントによる継手曲げ試験と、インサート金物のせん断、引張試験を行ったので、試験結果について報告する。尚、今回の継手は、良質地盤用として設計したものである。

2. NFインサート式継手の概要

NFインサート式継手は、一方をセグメントに埋め込むタップ孔付きインサート金物とし、他方は、止水性を向上させたノーフランジタイプ金物（頭文字NF）を使用する構成になっている。このため、ボルトボックスはNF金物側のみでよい。また一体鋳造された支圧プレートが引張力を、ねじ部につけた水平リブが、せん断力に抵抗する構造である。（図1）

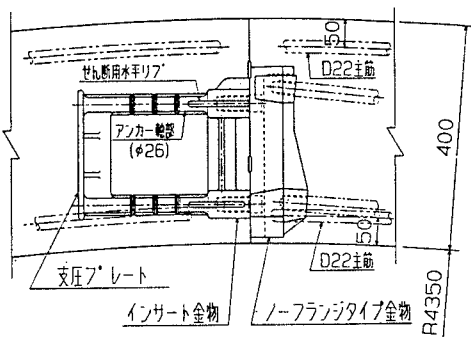


図1 NFインサート継手概要図

3. 試験の種類と方法

(1) インサート金物引張試験

2本の継手ボルトに連結した試験治具を介してセンターホールジャッキで継手に引張力を作用させた。変位とアンカー軸部並びに支圧プレートの歪みを計測しながら破壊まで載荷した。（図2）

(2) インサート金物せん断試験

片側2本の継手ボルトを連結した試験治具をジャッキで左右同時に押し下げるにより、継手にせん断力を作用させた。変位とアンカー軸部並びに支圧プレートの歪みを計測しながら破壊まで載荷した。（図3）

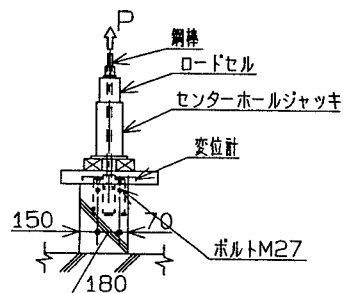


図2 引張試験概要図

(3) 継手曲げ試験

水平2点載荷、両端可動支持とし、油圧ジャッキにより継手部に純曲げを作用させ行なった。（図4）尚、ボルトの締結力は、初め、ボルトの許容応力度の100%で締結しボルトの設計荷重まで載荷、その後、80%で締結して破壊まで載荷した。計測は、鉛直変位、継手目開き、金物の歪、アンカー筋の歪とした。供試体は、7号線牛込濠工区（桁高400、幅1200mm）と同様の配筋とした。

4. 試験結果および考察

表1にそれぞれの結果を示す。

1) インサート金物引張試験

引張試験は、32.0tfで初亀裂が発生し、64.0tfで金物最小断面であるアンカー軸

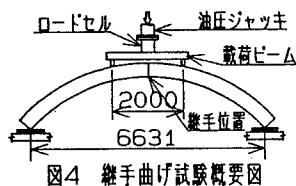


図4 継手曲げ試験概要図

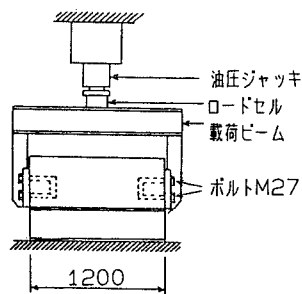


図3 せん断試験概要図

Key Words : インサート式継手 RC平板型セグメント 継手性能試験

連絡先 : 〒551 大阪市大正区恩加島7丁目1番22号 Tel 06-552-1180 FAX 06-552-9040

部が破断し最終荷重に至った。設計荷重 17.8tf 時における軸部の発生応力度は、許容値の 78% となっており、軸部の径は妥当なものと考えられる。（図5）尚、軸部末端にある支圧プレートの歪みが殆ど発生しなかったことから、ボルトの引張力がコンクリートのコーン破壊面における引張力のみで伝達されたのではなく、その面内にある鉄筋の引張力及びせん断力がコンクリートの歪みに応じて加担したものとする。

2) インサート金物せん断試験

せん断試験は、32.0tf で初亀裂が発生し、96.0tf で外径側の試験用継手ボルトが破断、その影響を受けて内径側のねじ部とその直下のせん断補強筋も破断した。せん断用水平リブの曲げ引張応力度は、設計荷重 21.3tf 時においても 94kgf/cm^2 と殆ど発生しなかったことから、リブはコンクリートに一体化とされており、せん断補強筋（3-D13）がせん断耐力の向上に大きく寄与したものと考えられる。

3) 継手曲げ試験

正曲げ、負曲げ試験共に、設計荷重の 1.9 倍の荷重で初亀裂が発生し、設計どおりインサート軸部の破断により試験は終了した。いずれの場合も安全率（破断荷重実測値/設計荷重理論値）は 4.4 以上あり十分な継手強度を有していると言える。通常、フランジタイプ金物の場合、継手面のコンクリートが圧縮破壊するのにに対し、NF インサート式継手は、最終的には継手軸部で破断し、コンクリートの圧縮破壊が見られなかった。これは、目開きが小さく、圧縮域が広く維持されたことによるものと考えられる。正曲げ試験において、NF 金物の内径側アンカー筋の各部歪ゲージを計測した結果、アンカー筋先端部に発生する応力度は引張荷重にかかわらず根元部の数%に低下していることから、アンカー筋の定着は十分されていると判断できる。回転バネ定数（図6）については、許容応力度の 80% でボルト締結設計荷重時において、正曲げ $5490\text{tf}\cdot\text{m/rad}$ 、負曲げ $2549\text{tf}\cdot\text{m/rad}$ が得られた。これは、従来のタイプ（牛込漆工区）の正曲げ $3811\text{tf}\cdot\text{m/rad}$ の 1.44 倍である。

5. まとめ

今回の継手性能試験より、NF インサート式継手は設計に対して十分な継手性能が得られることが分かった。最後に、本試験を行うにあたり御指導を戴いた早稲田大学の村上名誉教授、小泉教授、メトロ開発（株）の渡邊健相取締役並びに実験の御協力戴いたフジエ工研（株）殿に謝意を表します。

〔表1〕試験結果

		継手曲げ試験 (正)	継手曲げ試験 (負)	インサート式継手 引張試験	インサート式継手 せん断試験
設計	設計荷重 P (tf)	4.68	6.81	17.8	21.3
計	同上算定 部位	インサート金物 軸部	インサート金物 軸部	インサート金物 軸部	インサート金物 せん断用 支圧プレート
歪み (μ)	理論値	941	941	941	941
重	実測値	409※1	742※2	736※3	55
破断荷重 P_u (tf)		15.57	27.55	55.6	66.0
同上算定 部位		インサート金物 軸部	インサート金物 軸部	インサート金物 軸部	インサート金物 せん断用 支圧プレート
破断荷重実 測値 (tf)		23.0	30.0	64.0	96.0
初亀裂発生荷重 (tf)		9.0	13.0 (圧縮側)	32.0	32.0
安全率 F_s		4.91	4.41	3.60	4.51

※3 リブ付き断面部（歪ゲージ貼付位置）の実測値（342 μ ）より最小断面部の歪みを換算した。

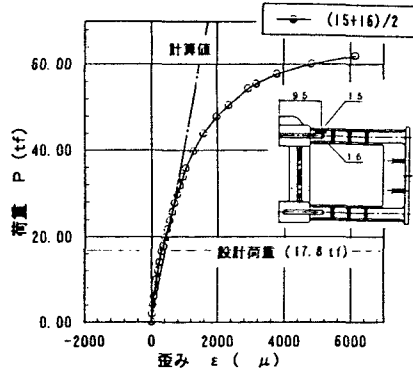


図5 荷重—インサート軸部歪み関係図

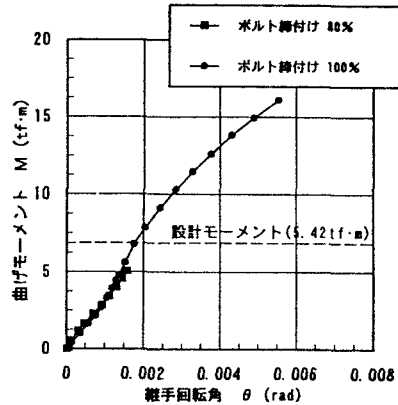


図6 曲げモーメント—継手回転角関係図