

III-B 138 R C 平板型セグメント用高剛性継手の開発

ジオスター(株) 正会員 大長唯宏 帝都高速度交通営団 沼澤憲二郎
(株) 熊谷組 正会員 山森規安 新日本製鐵(株) 正会員 鱒田 実

1. はじめに

帝都高速度交通営団では、経済性や施工性の良いセグメントの研究開発を進めている。その一例として、営団南北線でリング間継手に改良ネジ締結式継手を開発し、性能試験および試験施工を行い、従来継手と比べて強度性能、施工性および経済性について良好な結果が得られた。

今回の開発は、この改良ネジ締結式継手をセグメント間継手に応用することを目的に要素試験から実物大継手曲げ試験まで行ったものであり、その継手形状には、軟弱地盤など厳しい荷重条件に対応できる剛性の必要性から改良ネジ締結式継手のインサート継手と高剛性継手を組み合わせた「インサート式高剛性継手」を考案した。本報告は、これらの検討結果・各種試験のうち要素試験について述べるものである。

2. インサート式高剛性継手の概要

従来の平板型セグメント間継手は、ワインカップ型を2個1組で使用していたのに対し、今回開発したインサート式高剛性継手は、片側面をセグメントに埋め込む袋ネジ付きインサート継手とし、もう一方は、従来継手をタイドアーチで補強し、改良したものである（図-1）。インサート継手は、作用する引張力およびせん断力に対して有効に抵抗する様、A～Cの3つの補強案（図-2）を試作し、試験により比較検討することにした。各部材の設計は、ボルトM27(8・8)の設計荷重により行った。

3. 試験の種類と方法

①高剛性継手金物押し載荷試験

アンカー鉄筋定着部4か所を支承とし、締結ボルト孔部にワッシャー、ボルトを介して載荷した。載荷中心位置は、内径面側と外径面側の締結ボルト孔の中心とし、5tfピッチで継手の変位量を計測しながら継手金物が破壊するまで載荷した。（図-3）

②インサート継手、高剛性継手引張試験

試験体を支点として、継手に挿入したボルトと試験治具を連結し、センターホールジャッキで継手に引張力を作用させ試験を行った。載荷は、初亀裂発生まで1tfピッチ、以後2tfピッチで継手の変位量、インサート継手本体の歪み、高剛性継手アンカー筋の歪みを計測しながら破壊するまで行った。（図-4）

③インサート継手せん断試験

インサート継手にボルトを挿入し、H型鋼を介してジャッキでボルトをセグメント内径面側に押すことにより、せん断力を発生させ試験を行った。載荷は、初亀裂発生まで1tfピッチ、以後2tfピッチで継手の変位量、インサート継手アンカー筋の歪みを計測しながら破壊するまで行った。（図-5）

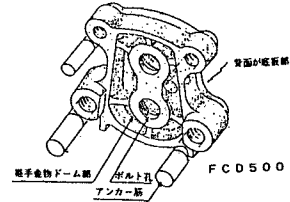


図-1 高剛性継手

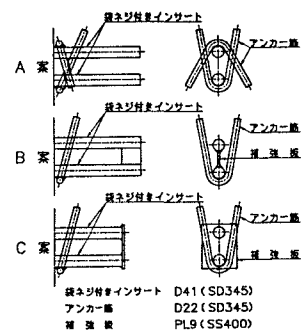


図-2 インサート継手

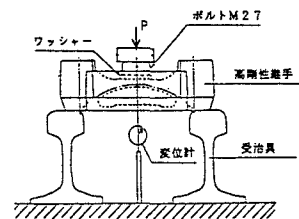


図-3 押し載荷試験方法

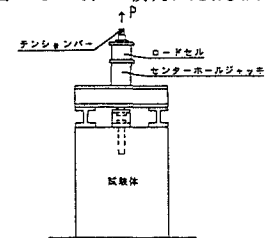


図-4 引張試験方法

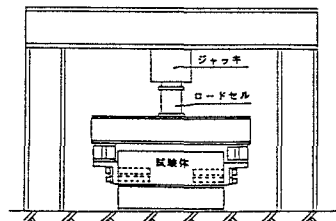


図-5 せん断試験方法

4. 試験結果および考察

表－1 にそれぞれの結果を示す。

表－1 要素試験結果

試験種類 試験結果	押し載荷 試験	引 張 試 験				せん断試験		
		A案	B案	C案	高剛性	A案	B案	C案
初亀裂発生荷重(tf)	——	5.0	7.0	18.0	11.0	3.5	5.5	2.5
破壊荷重(tf)	131.6	61.4	72.3	71.0	74.0	47.4	36.8	42.1
目標値(tf)	58.8	58.8				42.3		
バネ定数(tf/mm)	42.1	28.2	104.5	90.9	17.1	13.7	15.5	16.6

注) 目標値：継手に使用するボルトM27(8・8) 2本分の降伏荷重

①押し載荷試験では、目標としていた荷重58.8tfを十分に上回っており、実績より想定したバネ定数40～50tf/mm程度の値が得られた。また、当初懸念された脆性破壊は認められないことから良好な結果であった。

②引張試験では、それぞれの案とも目標とした荷重58.8tf以上の引張耐力があることが実証された。また、インサート継手と高剛性継手は破壊荷重の比較からバランスの取れた設計であると考えられる。設計荷重22.0tf時におけるインサート継手本体(D41)と高剛性継手のアンカー筋(D22)の発生応力度は許容応力度の70～80%となっており(図-6)、それぞれの鉄筋径は妥当であると考えられる。

③せん断試験では、本継手が曲げ引張力の卓越したセグメント間継手として使用されることからどの案もボルトのせん断降伏荷重に近い耐力が得られ、ほぼ満足した結果であった。

また、インサート継手のアンカー筋(D22)の発生応力度は設計荷重17.2tf時において弾性範囲内ではあるが許容応力度を超えている(図-7)ため、アンカー筋の径を増やす、あるいは継手面近くにおいて2本のインサート継手を鋼材でつなぎ、内径面側の応力を外径面側の継手に伝達させるなどの改善を図ることが必要と考えられる。さらに、初亀裂発生荷重が2.5～5.0tfと早く、内径面側継手のかぶりを増やす必要があると考えられる。

5. まとめ

インサート継手3案および高剛性継手は、それぞれ必要とする性能をほぼ満足することが試験により確認された。このうちインサート継手は、せん断力に対するアンカー筋発生応力度の低減および製作時の継手ボルト孔の位置精度(2本のピッチ、平行度)を確保する目的でねじ部を避けたなるべく継手面に近い位置に2本の継手を連結する鋼材を配置することとし、経済性および製作性の良いB案の補強型を次のステップである継手曲げ試験に採用する。

継手曲げ試験では、上記の補強した結果について再度検討を行うとともに、インサート継手本体の長さ、高剛性継手のアンカー筋の長さについても長手方向に歪みゲージを貼付して計測し、その妥当性を確認したい。

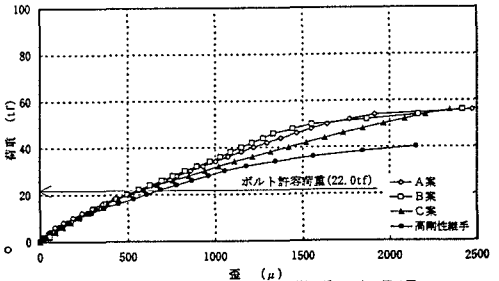


図-6 荷重～インサート継手、高剛性継手アンカー筋の変

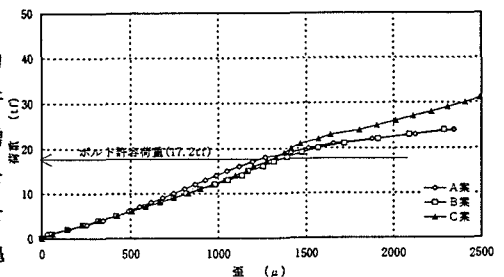


図-7 荷重～インサート継手のアンカー筋変