

コンクリートセグメント用高剛性継手金物の開発

ク ボ タ 正会員 佐藤宏志 ク ボ タ 正会員 ○ 渡辺 仁
" 野村智之
帝都高速度交通営団 正会員 横田三則 メ ト ロ 開 発 正会員 今井京平

1. はじめに

都市部の過密化により地下鉄を中心としたシールドトンネルは硬質地盤以外の軟弱地盤および大深度地下に建設が多くされるようになってきた。そして、トンネル内面覆工材であるコンクリートセグメント並びに継手部に用いられる継手金物に要求される性能はより剛性の高いことが求められ、セグメントの幅広化によりさらに高剛性の必要性が増してきた。一方、トンネル建設費の縮減要請に対し、セグメント部材である継手金物に対するコストダウン要求もいっそう強まってきている。

2. 開発の目的

コンクリートセグメント用ダクトイル継手金物について、前述のシールドトンネルのニーズに応えるためにコストダウン及びコンクリートセグメント製造を考慮した軟弱地盤対応の剛性の高い継手金物の開発を行った。

セグメントの設計は、従来の修正慣用法に加えて、梁パネモデルによる計算法が多く用いられるようになってきた。そのため、継手部の回転バネ定数が重要となってきている。そこで、剛性の評価として回転バネ定数に着目し、従来継手に対し3～5倍の剛性を有する継手金物の開発を行った。また、相対して使用される金物は、剛性を高めるためインサート式継手金物とした。

開発目標としては、設計荷重時の回転バネ定数（正曲げ）を、幅1400mm、桁高さ380mmのセグメントにおいて130000kN・m/radとした。

3. 今回開発した継手金物の構造

従来継手金物と今回開発した継手金物の構造を比較する。

(1)従来のダクトイル継手金物は、ボルトに引張力が作用すると、側板がアンカー筋を固定点とした曲げ変形を起こし、継手板は曲げ変形をおこす構造であり、セグメントの継手曲げ試験を行った場合、継手面の目開きは大きくなる構造であった。（図1）また、コンクリートセグメント製作時にはボルトポケット用の中子が必要であり、その脱型勾配を継手板スパンに考慮する必要があった。

(2)そこで今回は継手板自体の剛性を向上させ、継手板の曲げ変形を小さくするため、鋳物の特徴、即ち成形性を生かし以下の構造とした。（図2）

継手板剛性を効果的に高めるために、ボルト孔付近に集中的にリブを設けた。

側板の変形を抑え継手板を固定するために裏蓋（ルーフ）を設けた。そのことにより、ボルトポケット用の中子が不要となり中子部のモルタル付着の軽減を図った。

継手板スパンを締結具の入る最小寸法に抑えた。

開口部にフランジ設置した。

アンカー筋スパン狭小化を行った。

以上により、継手板の変形が非常に少ない継手構造が可能となった。

(3)上記の構造にすることにより、継手部の設計においても従来RC継手部の計算はボルトボックスを除いたT字断面として計算する事が多いが、裏蓋が荷重を伝達できるためRC全断面積を有効として設計できるとともに、継手金物周りの配筋が容易になったと考える。

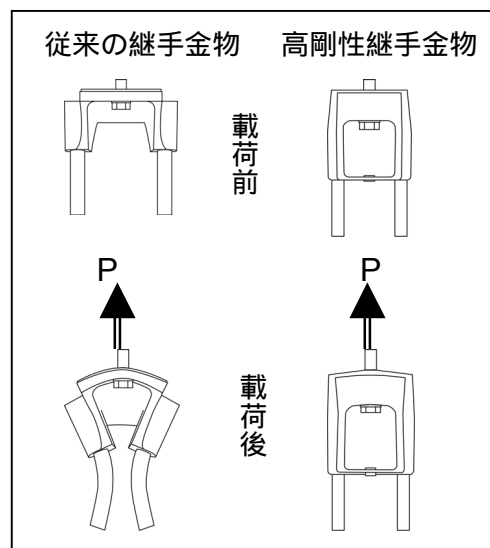


図1 継手板変形模式図

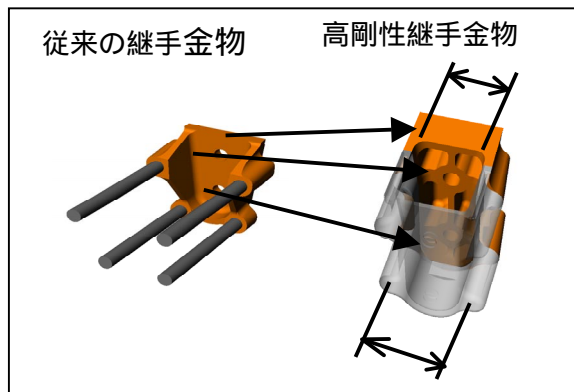


図2 高剛性継手金物の構造

キーワード：コンクリートセグメント、継手金物、高剛性

連絡先：551-0021 大阪市大正区南恩加島 7-1-22 TEL.06-6552-1180 FAX.06-6552-9040

4.試験概要

前述の継手金物構造に対し、以下の検討・試験を行った。

(1) 構造検討

構造検討については、設計荷重時の継手板変形についてFEM解析を行った(図3)。そしてその結果を次の継手曲げ試験により検証した。

(2) 継手曲げ試験

継手金物の回転バネ定数を確認するために、平板RC供試体による継手曲げ試験を行った。

1) 供試体

平板供試体寸法 1400Wx1800Lx380H(mm)

使用継手金物

ルーフ付き継手金物 + インサート式継手金物

2) 試験方法

セグメント継手を埋め込んだ平板RC供試体2体を、M30(10.9)のボルトの許容荷重で締結し、両端可動支持として継手部に曲げ荷重を載荷する。(図4)

3) 試験荷重

抵抗モーメントの計算は、コンクリート、ボルト、アンカー筋と継手金物の許容応力度を比較し、先に許容応力度に達するボルトをもとに算出した。

正曲げ = 117.4(kN・m)

負曲げ = 78.1(kN・m)

4) 測定項目

継手面の目開き。

継手金物・アンカー筋等の歪み。

最終荷重

5. 試験結果

継手曲げ試験の結果を以下に示す。(抜粋)

各部の目開き

表1 目開き量(mm)

	正曲げ	負曲げ
引張縁の開き量	0.188	0.190
圧縮縁の閉じ量	0.119	0.086

破壊時のモーメント440.8kN・m

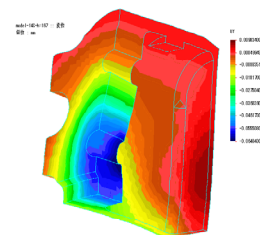


図3 継手金物のFEM解析結果

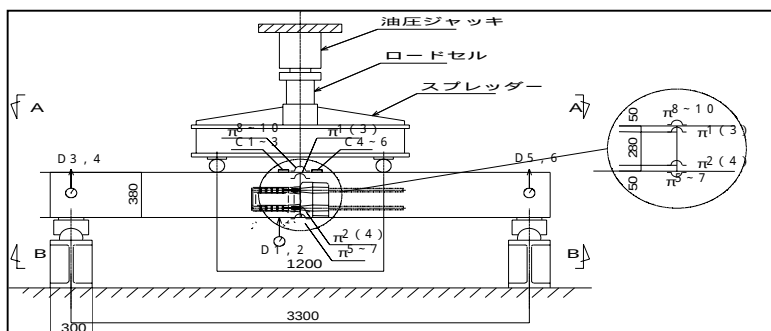


図4 継手曲げ試験要領図

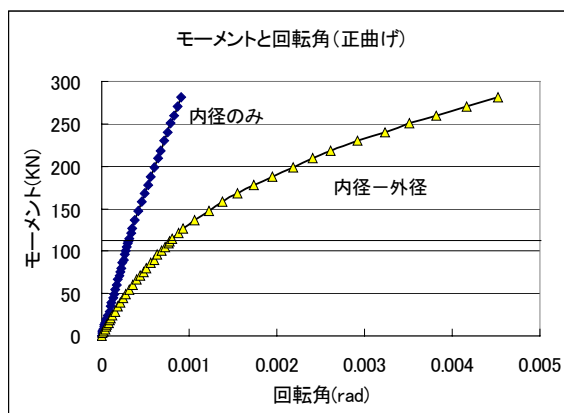


図5 モーメントと回転角

6. まとめ

試験結果をまとめると以下の通りである。

(1) 継手曲げ試験結果

正曲げの回転バネ定数は、内径面の目開きで回転角を算出すると237000(kN・m/rad)、外径側の閉じ量を考慮しても145000(kN・m/rad)という結果であった。

破壊荷重は、設計抵抗モーメントに対し3.76と十分な強度が確認できた。

以上により目標性能を確認できた。

(2) 実用化

今回の報告は平板RC供試体による確認結果であるが、実物大製品による試験においてもその性能を確認されており、この開発により、コンクリートセグメント用ダクティル継手金物の高剛性タイプとしての実用化を可能とした。

最後に、本開発を進めるにあたり、早稲田大学村上名誉教授、小泉教授に貴重なご助言、ご指導を頂いたことを付記し、ここに感謝の意を表します。