

Ⅲ - B131

軟弱地盤用中子型セグメントの改良について

帝都高速度交通営団 フェロー会員 石川幸彦 新日鉄 正会員 佐野陽一
 熊谷組 正会員 村松 泰 ジオスター 宇田川徳彦
 木戸義和

1. はじめ

交通営団で使用しているRCセグメントのうち、硬質地盤の道路下等比較的外荷重の小さい場合は、中子型セグメント（図-1参照）を標準的に用いている。

中子型セグメントは、RC平板型セグメントと比較して、継手に長軸ボルトを用いることにより、継手金物が削除できると共に、二次覆工を施す必要がないため経済効果の高いセグメントと評価している。

一方、軟弱地盤においては、中子型に改良を加えたセグメント（図-2参照、以下中子(A)型セグメント

という）を開発し、有楽町線新富町～新木場間（湾岸部）から採用してきた。その後、南北線Ⅰ期工事（駒込～赤羽岩淵間平成3年11月開通）の軟弱地盤に施工し、以降適用する地盤がなかったことから、他型式のRCセグメントが合理的で経済性の高いセグメント開発を進める一方で、中子(A)型の開発は除外していた。今回、軟弱地盤を対象としたシールドトンネル区間の設計にあたり、他形式のセグメントと同調させる改良を検討し継手性能の確認試験を実施してきたことについて報告するものである。

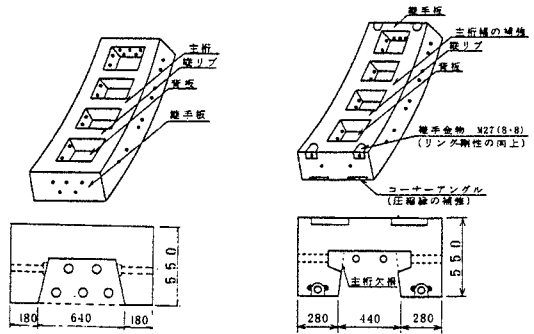


図-1 中子型セグメントの概要

図-2 中子(A)型セグメントの概要

2. 中子(A)型セグメントの改良検討の概要

(1) セグメント幅の拡幅の検討

営団では、7号線Ⅱ工事の設計（平成2年）にあたりセグメント拡幅検討を行った。検討内容としては、工場の製作能力、マシンへの影響検討、実大供試体による各種比較試験をはじめ、平板セグメントによる外荷重の応力分布試験の実施（第48回年次講演会発表）等の結果構造的に問題ないと判断し、セグメント幅を1200mmに標準化した。この検討に基づき中子(A)型セグメントの拡幅について検討すると、拡幅後においても従来の中子(A)型と同等の剛性を確保できれば問題ないものと判断した。

(2) セグメント本体の剛性を確保するため、表-1に示す構造とした。

南北線Ⅰ期工事(実績)	従来の形状による拡幅	検討結果(セグメント剛性向上)
39,900 tf・m ² /m (100)	35,800 tf・m ² /m (89.7)	38,500 tf・m ² /m (96.5)

(3) セグメント継手部の検討

軟弱地盤中では、トンネル変位による地盤反力が期待できないため、リング剛性を向上させる必要がある。

このため、主桁部の断面拡大を利用して、軟弱地盤用として開発してきた高剛性継手金物とインサート式継手金物を主桁先端部に採用しピース間ボルトを主桁内に取り込み、継手板の配筋の簡素化を図った。また、高剛性継手によるリングの剛性を向上させることで、圧縮縁端部の補強用金物の廃止をした。

3. セグメント継手部の性能確認試験の実施

従来のセグメントと同等の継手剛性を確保するために、実物供試体により継手曲げ試験を実施し、その性能を確認した。試験に用いたセグメント形状と試験方法（図-3参照）を示す。

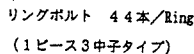
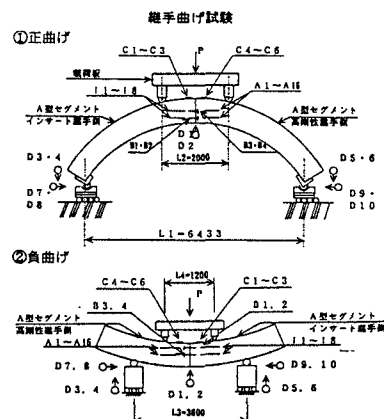


图-3 中子(A)構造概要図

(1) 正曲げ試験結果



	ボルト 締付力 (%)	初 亀 裂 発生荷重 (tf)	設 計 荷 重 (tf)	破 壊 荷 重 (tf)	回転バネ 定 数 (tf・m/rad)	設計荷重に 対する破壊 荷重の比率	破 壊 性 状
ケース 1	100	—	13.0	—	79,373	—	—
ケース 2	80	20.0		58.1	76,166	4.5	外面側コンクリート圧壊

両ケース共設計荷重載荷時には、亀裂の発生はなかった。初亀裂は20tf載荷時に発生し、その後38tf載荷時に高剛性金物下部アンカー筋が局部的に降伏点を越えたが、全体的なひずみは小さかったことから更に載荷を行い、58.1tf（設計荷重の4.5倍）において、セグメント背面部のコンクリート圧縮破壊によって最終荷重となった。

(2) 負曲げ試験結果

	ボルト 締付力 (%)	初 亀 裂 発生荷重 (tf)	設 計 荷 重 (tf)	破 壊 荷 重 (tf)	回転バネ 定 数 (tf・m/rad)	設計荷重に 対する破壊 荷重の比率	破 壊 性 状
ケース 1	100	——	12.3	——	20,393	——	——
ケース 2	80	34.0		49.9	16,110	4.1	側面及び継手板内 面側のコンクリート圧壊

両ケース共設計荷重載荷時には、亀裂の発生はなかった。初亀裂は34tf載荷時に発生し、その後38tf載荷時に高剛性金物上部アンカー筋が局部的に降伏点を越えたが、更に載荷を行い、49.9tf（設計荷重の4.1倍）において、高剛性セグメント側面部と継手板のコンクリート圧縮破壊によって最終荷重となった。

(3) 継手曲げ試験結果の考察

正曲げ試験設計荷重時の継手部の状況は、目開き量の平均が0.1mm以下、背面コンクリートの圧縮応力度は22～69Kgf/cm²となり高い継ぎ手剛性であることが確認できた。このことから、実用荷重では継ぎ手部の圧縮縁端部の補強用金物は廃止して問題ないと判断した。一方、負曲げ試験においては、初亀裂発生が設計荷重の3倍程度であったことから、継ぎ手板は特別な配筋をする必要もなく、他の縦リブと同等の配筋を行うことで問題ないと判断した。また、本試験の結果から得られた継手部の回転バネ定数は、正曲げ・負曲げ共に目標としていた15,000～20,000tfm/radを十分満足する事が確認された。

4. まとめ

セグメント本体の形状を改良したことにより、型枠製作費の削減および主桁部の配筋の簡素化並びに型枠脱型時の工程の促進が図れた。また、合理的なセグメント継手構造としたことにより、従来の中子（A）型セグメントと比較し継手剛性が大きく向上し、その結果、圧縮縁端部の補強金物の廃止および継ぎ手板部の配筋の簡素化並びに露出金物の防錆処理の削減が図れた。

以上の成果に基づき、現在トンネル外形φ9500mmのセグメント実設計を行っている。