

Ⅲ-612

縦リブを減少した中子型セグメントの構造性能について

帝都高速度交通営団○フェロー会 石川 幸彦
 〃 藤木 育雄
 村松 泰
 ジオスター株式会社 宇田川徳彦

1, はじめに

営団では、シールドトンネル設計において、合理的で経済性の高いセグメントの研究・開発を行っている。その一環として、中子型セグメントについて、「縦リブ撤去式中子型セグメントの構造性能」および「大断面シールドトンネルのリング継ぎボルト削減とリング剛性について」などの研究を進めてきた。これらより明らかになったことは次のとおりである。

- ①縦リブ撤去式中子型セグメントの単体性能は、縦リブがなくても理論値を大幅に上回っている。
- ②推力作用時の縦リブ部と背板部との荷重分担は、縦リブ部で15～20%程度である。
- ③7号線二期工事の一部の区間で試験的にリング継ぎボルトを半減して施工した結果では、半減しない（従来施工）ものと比べて、目違い量・リング変形量は若干多いものの、概ね良好であった。
- ④中子型セグメントのリングボルトの許容値は、発生するせん断力に対して十分な余裕がある。

本報告は、これらを踏まえ中子型セグメントのリング継ぎボルトおよび縦リブを減少した構造の実設計をし、現場施工に先立ち、推力試験を行いその性能を確認したものである。

2, セグメントの構造

外径（φ9800）の複線断面セグメント1ピースについて、従来タイプと新型タイプの比較を図-1に示す。

縦リブを減少することにより、縦リブの間隔が広がり中子中間部に推力が作用した時には、抵抗性能が低下する。

さらに「村上-小泉の方法」によれば、リング継ぎボルトを減じると、添接効果が減少し、セグメント継手部の断面力が増加する。以上のことから、新型セグメントの形状は縦リブ幅および主桁幅を増やした構造としている。（継手部においては、端板の有効幅の増加）

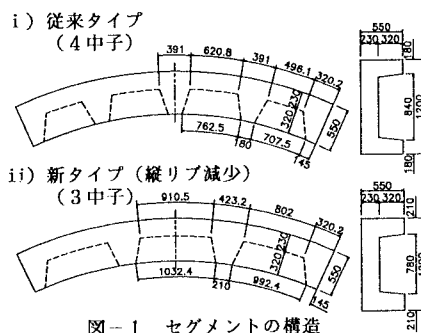


図-1 セグメントの構造

3, 推力試験

推力試験の目的は、（1）推力に対する抵抗性を確認する。（2）推力作用時の縦リブ部と背板部との荷重分担を確認する。（3）背板部の有効幅を検討するものである。

このため、中子型セグメントのコンクリート歪み、鉄筋歪み、鉛直・水平方向変位量について計測を行った。載荷方法は、ジャッキプレッターをモデル化した治具を用いて、最大300tf/本（設計荷重）の荷重を作用させた。また載荷位置は縦リブ中心（ケースA）、中子の中心（ケースB）および1つの中子に2本のジャッキが作用する場合（ケースC）の3種類とし、載荷重心は、最も厳しい条件を考慮し、セグメント外縁から24cmとした。推力試験の概要および各種計測機器の設置位置を図-2に示す。

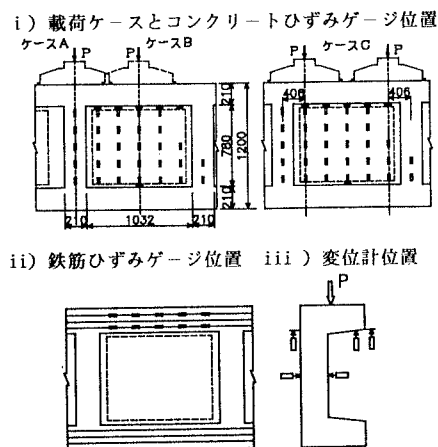


図-2 推力試験の概要

4, 試験結果および考察

(1) 推力に対する抵抗性能

セグメントのクラック発生は、ケースAで300tf 載荷時、ケースBで250tf 載荷時、ケースCで225tf/本 載荷時であった。なお、それぞれ設計荷重時のクラック幅は0.05mm以下であり、荷重除荷後は目視できない状態であった。最大荷重300tf 載荷時における各ケースのおもなコンクリートおよび鉄筋ひずみゲージの応力度を図-3に示す。なお、コンクリートの弾性係数は試験結果から $3.53 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ としている。

ケースA：セグメント内径面側の縦リブ中央位置でのコンクリート圧縮応力度で 127 kgf/cm^2 であった。

ケースB：セグメント内径面側の背板中央位置でのコンクリート圧縮応力度は 179 kgf/cm^2 であった。また、主桁中子側主鉄筋の引張応力度は 958 kgf/cm^2 であった。

ケースC：セグメント内径面側の背板中央位置でのコンクリート圧縮応力度は 233 kgf/cm^2 であった。また、主桁中子側主鉄筋の引張応力度は 777 kgf/cm^2 であった。

以上3ケースの試験結果に対し、従来の1ピース4中子セグメントの試験結果をケースBの載荷状態で比較すると、コンクリート圧縮応力度は 137 kgf/cm^2 、鉄筋の引張応力度は 735 kgf/cm^2 であった。なお、それぞれ短期許容応力度 $\sigma_{ca} = 170 \times 1.5 = 225 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\sigma_{sa} = 1800 \times 1.5 = 2700 \text{ kgf/cm}^2$ を満足する結果が得られた。ことから、両タイプ共、推力に対する抵抗性能は、ほぼ同等であることが確認された。

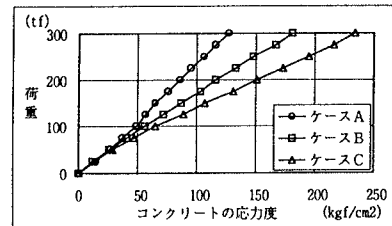
(2) 縦リブと背板部との荷重分担

ケースAにおいて、セグメントの内外面に生じたコンクリートひずみの平均値から算定した最大荷重300tf 載荷時の縦リブの荷重分担は、48.6tfであり、全載荷荷重の16.2%となっている。

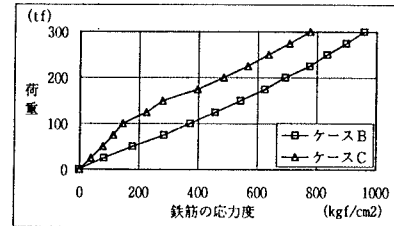
(3) 背板の有効幅の検討

ケースAにおいて、300tf推力作用時、背板に発生した圧縮ひずみの実測値をまとめた結果、ひずみの作用範囲は中子中央を超えていることが確認できた。このことから、背板の有効幅は、従来の中子型セグメントと同様に、中子中央間の全幅とすることで問題無いものと考えられる。

i) コンクリートの応力度



ii) 鉄筋の応力度



iii) ゲージ位置

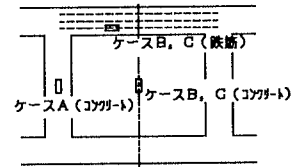


図-3 各載荷ケースの発生応力度

5, まとめ

本報告では、中子型セグメントの縦リブを減少した場合の推力に対する性能を確認した。セグメントに発生する応力状況は、従来の中子型セグメントと同等の性能を有するものと判断され、問題無いことが確認できた。

参考文献

- 1) 藤木、中村、秋山、秋田谷、：縦リブ型中子型セグメントの構造性能(1)曲げに対する性能 第47回土木学会年次講演会、Ⅲ-1 平成4年9月
- 2) 中島、藤木、白木、木村、：縦リブ型中子型セグメントの構造性能(2)曲げに対する性能 第47回土木学会年次講演会、Ⅲ-2 平成4年9月
- 3) 藤木、大塚、中島、小泉、：大断面ジョイントのリング型ボルト継ぎ手とリング剛性について 第49回土木学会年次講演会、Ⅲ-625 平成6年9月