

真円度修正継手の開発と施工報告

(株)熊谷組 藤井文雄 (株)熊谷組 正会員 河越勝、
(株)熊谷組 増澤伸司 (株)熊谷組 正会員 ○前辻智

1. 開発経緯・目的

シールド工法において二次覆工を省略するケースが増えており、セグメントの破損防止の観点から真円度保持の重要性が高まっているが、セグメントの真円度が低下すると、以下のような支障が考えられる。

- ・真円度低下により継手に目違いや目開きが生じる。この状況でジャッキ推力が作用すると、組立中セグメントや既設セグメントの隅角部が点接触か線接触状態となり、欠けやクラックの要因となる。
- ・RCセグメントでは真円度が真円から±1%以上変化すると、ひび割れが増加する傾向が確認されている。
- ・セグメント継手に目開きや目違いが生じると、継手部の止水シール材が正常に機能しなくなり、漏水発生の要因となる。
- ・セグメントは円形の構造物として設計されているので、極端な変形状態(つぶれた状態)となると設計の仮定条件から逸脱することになる。

セグメントは組立後の既設リングを定規として組立てるので、1リングで大きく真円精度は変動しないが、逆に真円精度が低下した場合には容易に改善することはできない。今回新たに開発したリング継手は、意図的に継手を偏芯させることで、セグメント真円度を修正する機能を有している。

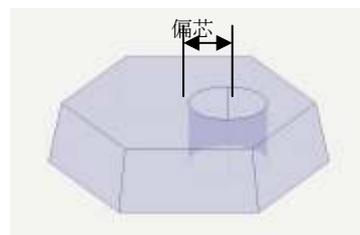


図-1 コマ材イメージ

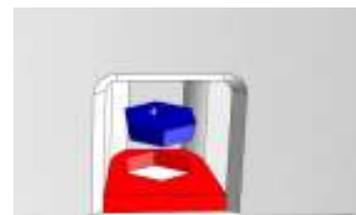


図-2 RCセグメント真円度修正継手

2. 真円度修正継手の概要

セグメントのボルト孔はボルトに対して数 mm の余裕を有している(ボルト径 16mm に対してボルト孔は 19mm)。この余裕はセグメントを組立てるためには必要不可欠ではあるが、重量物であることから、十分に留意して組立てても真円精度が低下する場合がある。具体的には、重力に従い「横つぶれ」となり、鉛直が小さく水平が大きい内空寸法となる。特に、急曲線部ではセグメントの真円精度が低下する傾向がある。

真円度修正継手は、リング継手のボルト孔に正多角形のコマ材が嵌合可能な特殊加工を施し、真円度修正用セグメントとして予め用意しておく。この継手部に図-1 のようなコマ材を嵌合させ、ボルト穴を任意の方向に偏芯させることにより、セグメントのリング継手を意図的に偏芯させて真円度を修正を図るものである。

RCセグメントの場合は、図-2 のように継手板の鋼板を特殊加工する。いっぽう、鋼板の厚さが薄い鋼製セグメントでは、内側にコマ材が嵌合できるカラー材を主桁に溶接することで対応する。

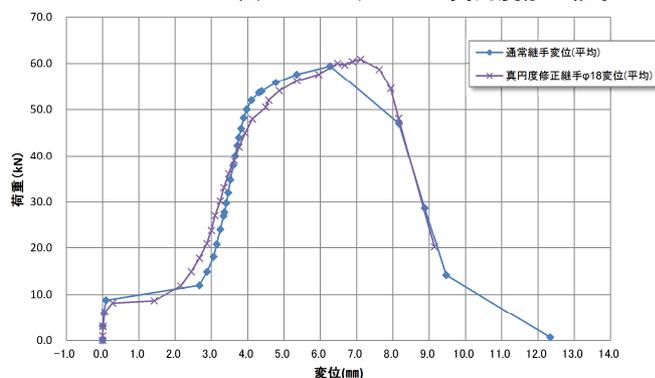


図-3 真円度修正継手のせん断試験結果

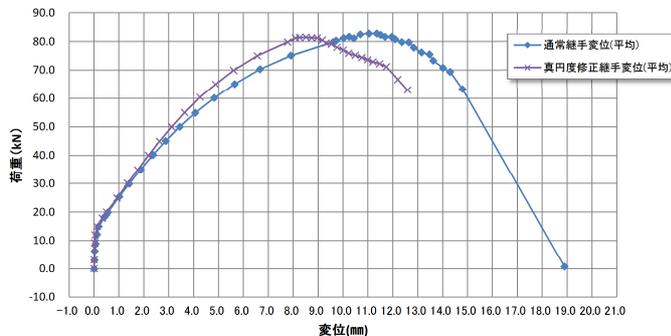


図-4 真円度修正継手の引張試験結果

3. 大阪ガスシールド工事における施工結果

(1) 実証試験

真円度修正継手の強度を確認するために、当該シールド工事と同等スペックの真円度修正継手を製作し、せん断試験と引張試験を実施した。その結果、真円度修正継手は通常継手

キーワード：セグメント真円度、リング継手、偏芯、セグメントの損傷防止

連絡先：〒550-0004 大阪府大阪市西区靱本町 1-11-7 (株)熊谷組関西支店土木事業部 TEL06-6225-2197

と同等の強度を有していることが確認された(図-3, 図-4).

(2) 計画

セグメント内径φ2,000mmの鋼製セグメントに対して、内空寸法で10mmの修正量の計画として、1つの継手で最大5mmの修正能力とした。ただし、鉛直および水平では修正すべき量は5mmとなるが、その間の継手ではその中間の値となること、および、実施工のトンネルのセグメントは均一な楕円とはなっていないことから、数種類の組立パターンを想定し、偏心量を5.0mm, 3.5mm, 2.0mm, 0mmの4種類のコマ材を準備し、図-5のような配置計画とした。また、組立時にボルト孔位置が不一致になっても対応できるように、コマ材は必要数に対して約2倍の数を準備した。

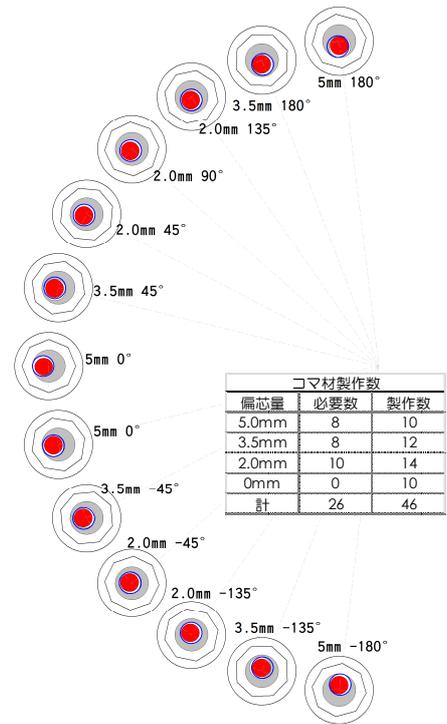


図-5 真円度修正継手コマ材の配置計画

(3) 組立性能

真円度修正セグメントは、曲線半径60m施工後の109リングに採用した。コマ材の配置は図-5のパターンを発進基地で配置したが、組立時にコマ材の交換や角度の変更ができるように、テープによる仮留めとした。組立作業では、リングボルトを意図的に偏心させるので、通常セグメントの組立作業よりも効率低下や組立が困難になることが懸念されたが、通常組立とまったく同様の作業効率で組立することができた。

(4) 真円度修正の結果

表-1に真円度修正継手施工前後の108リングと109リングの内空寸法を示す。修正前の108リングでは横つぶれ17mmであったが、109リングでは逆に縦つぶれ3mmとなり、真円度が改善された。

表-1 真円度修正継手前後のセグメント内空寸法

	鉛直	水平(スプリング)	備考
108リング(修正前)	1,980	1,997	横つぶれ17mm
109リング(修正後)	1,995	1,992	縦つぶれ3mm

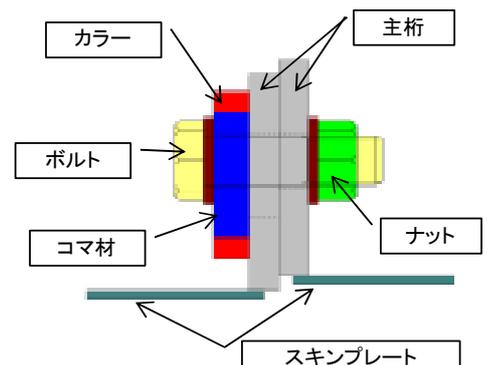


図-6 鋼製セグメントの真円修正継手組立図



写真-1 真円度修正継手組立(天端)



写真-2 真円度修正継手組立(サイド)

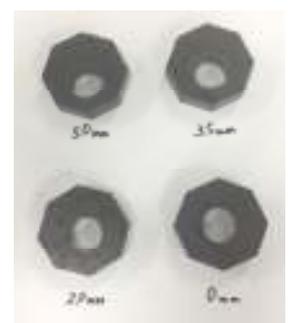


写真-3 コマ材4種類

4. 今後の課題

コマ材の配置がすべての継手で異なり煩雑であるため、コマ材、カラー材にマーキング等を行い、正確で容易に配置する工夫が必要である。また、今回の止水シールは片面貼りであったが、両面貼りの止水シールの場合には、シール材の目違の許容値を確認して、コマ材の偏心量を設定する必要がある。

今回の施工では、鋼製セグメントにおける真円度修正継手の施工性に問題はなく効果の確認ができた。今後はRCセグメントや合成セグメントでも効果の確認を行っていく予定である。

参考文献

- ・トンネルライブラリー17「シールドトンネルの施工時荷重」(公益社団法人 土木学会)