

双頭アンカーセグメントの開発

請川 誠¹・松下 清一²・小林 修²

¹正会員 工修 戸田建設(株) 本社 土木工事技術部 (〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1)

²正会員 戸田建設(株) 本社 土木工事技術部 (〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1)

キーワード：セグメント，二次覆工省略，内面平滑，ボルトレス，高速施工

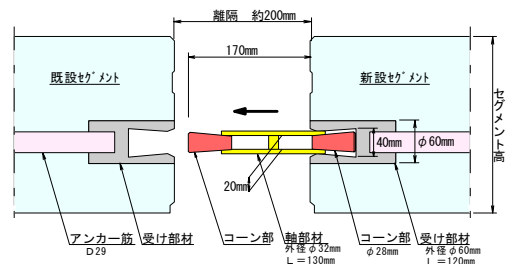
1. はじめに

近年，公共事業におけるコスト削減を求める声が非常に大きくなっている．このため，工事費削減のための新たな工法が多方面で開発されている．この傾向はシールド工事においても同様であり，早急な対策が望まれている．このような背景のもと，「シールドトンネル掘削断面の縮小」や「工期の短縮および工費の削減」が可能な『二次覆工の省略』が注目されている．『二次覆工の省略』は同じ内空断面のシールドトンネルを二次覆工を実施する場合に比べて，二次覆工の工費，工期が不要になる以外にセグメント，シールド機の径が二次覆工の分だけ小さくなるため，製作費や掘削残土の処分費等が削減できる．このような観点から，筆者らは『二次覆工の省略』に対応したリング間継手である双頭アンカー継手を開発した．本継手は，継手金物がセグメント内面に露出することなく平滑性に優れ，二次覆工の省略に適した継手であるとともに，トンネル軸方向に押し込むことで締結完了可能な高速組立にも適した継手である．なお，本双頭アンカー継手の開発は，戸田建設(株)，石川島建機工業(株)，(株)ケー・エフ・シーの3社の共同開発によるものである．

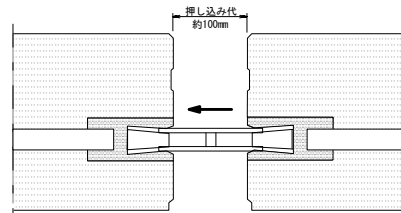
2. 双頭アンカー継手の概要

双頭アンカー継手は，図-1及び写真-1が示すように受け部材とアンカー材より構成されている．また，アンカー材は軸部材とコーン部より構成されており，受け部材へ挿入するに伴い，コーン部が軸部材に貫入し，軸部材のスリット部が拡張することにより，アンカー材と受け部材が接合する構造となっている．さらに受け部材は端部のアンカー筋によりセグメントと固定され，セグメント同士が接合されることとなる．また，受け部材外周に緩衝材を巻くことにより，受け部材がフレキシブルに可動し，既設セグメントの施工誤差に対応することができる．(図-2 参照) このように本継手は，リング継手面内に継手金物が内蔵され腐食環境になく，またセグメント内面

①新設セグメントにアンカー材を取り付ける。



②エレクターにて既設セグメント受け部材にアンカー材を挿入する。



③シールドジャッキにより圧入・締結する。

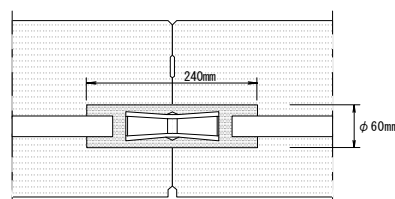


図-1 双頭アンカー継手接合手順

にボルトボックスのような欠損部がなく，内面の平滑性を確保できる．

また，本継手は，エレクターによる接合位置への移動とシールドジャッキによる押し込み挿入だけで，リング間の接合を可能とするもので，ボルトの締結等が不要である．従来の鋼板式継手は，ボルト締結が必要でありセグメントの組立時間に限界があるが，本継手はシールドジャッキによる押し込みのみで接合が完了するためセグメント組立時間を短縮することが可能であり，高速化施工にも適した継手である．



写真-1 双頭アンカー継手

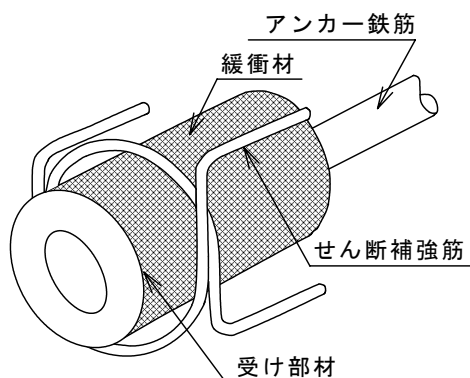


図-2 受け部材周辺構造

2. 各種性能試験

本継手の継手強度は、従来より実績豊富な鋼板式短ボルト継手(M24(8.8))と同等以上であり、かつ、3mmの施工誤差に対しても接合が可能であり、その接合精度にも問題がないことを以下の性能試験により確認している。

(1) 継手施工性試験

緩衝材厚さを1mm, 2mm, 3mm, とした供試体を製作し、継手施工性試験を実施した。試験方法は、図-3に示すように、千鳥組みに配したセグメントピースを継手4本同時に接合した。また、既設セグメント間に目開き量 3mmの施工誤差を設定し、挿入荷重等の基本性状の他、施工誤差吸収性能を確認した。表-1に試験結果を示す。

(2) せん断試験

継手施工性試験で接合した供試体を用いて、せん断性能を確認するために、せん断試験を実施した。緩衝材厚さ1mm, 2mm, 3mmの3供試体とも要求したせん断耐力100 kNを上回った。試験結果を表-2に示す。

前述の継手施工性試験の結果を合わせると、緩衝材厚さを1mm, 2mm, 3mmのどの構造としても、3mmの施工誤差を吸収でき、かつM24(8.8)鋼板式短ボルト継手のせん断耐力 100kNを確保できた。緩衝材厚さをどの厚さに設定するかは、その厚さによってせん断バネ定数及びアンカー筋の降伏荷重が若干異なるこ

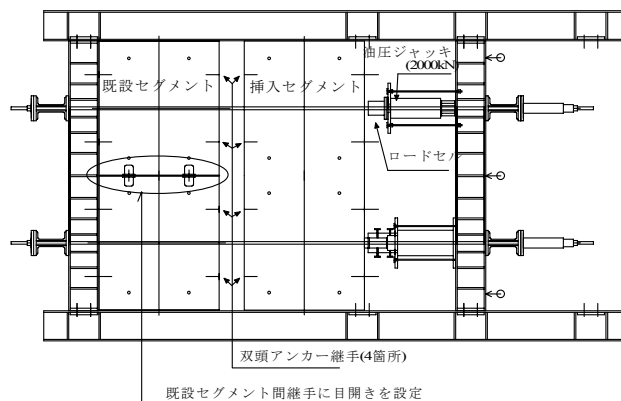


図-3 継手施工性試験

表-1 継手施工性試験結果

	供試体		施工誤差	試験結果	
	補強筋	緩衝材厚		挿入力	目開き量
①	D13	1mm	3mm	195kN	0.50mm
②	D13	2mm	3mm	190kN	0.79mm
③	D13	3mm	3mm	198kN	1.05mm

表-2 せん断試験結果

	供試体		試験結果	
	補強筋	緩衝材厚	耐力(kN/本)	バネ値(kN/m)
①	D13	1mm	146	Ks1=12500 Ks2=27000
②	D13	2mm	130	Ks1= 7500 Ks2=19500
③	D13	3mm	137	Ks1= 8250 Ks2=15900
鋼板式	M24(10.9)	鋼板厚14mm	104	Ks1=26000 Ks2= 7640

とから、その使用現場における設計計算上許容できる緩衝材厚さを選定することになる。実際今回適用した実工事においては、3つの緩衝材全てで設計計算上許容できるものであったため、一番施工吸収性能が良好と考えられる緩衝材厚さ3mmを選定し、良好な結果が得られた。

4. おわりに

このように、二次覆工の省略に対応するリング継手として本継手の性能を各種試験により評価、検討、確認を行い、要求性能を満足する継手を開発した。さらに実工事の一部区間に使用し満足のいく結果を得た。また、リング間継手に対するセグメント継手もセットで開発されるべきものであり、今後検討したい。双頭アンカー継手に適合したセグメント継手を開発することで、二次覆工の省略及び高速施工に適したセグメントを構築し、工事費の縮減という時代の要請に応えていきたい。