

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7674826号
(P7674826)

(45)発行日 令和7年5月12日(2025.5.12)

(24)登録日 令和7年4月30日(2025.4.30)

(51)Int. Cl. F I
E 2 1 D 11/08 (2006.01) E 2 1 D 11/08
E 2 1 D 11/04 (2006.01) E 2 1 D 11/04 A

請求項の数 10 (全 16 頁)

(21)出願番号	特願2020-194375(P2020-194375)	(73)特許権者	000231110
(22)出願日	令和2年11月24日(2020.11.24)		J F E 建材株式会社
(65)公開番号	特開2022-83108(P2022-83108A)		東京都港区港南一丁目2番70号
(43)公開日	令和4年6月3日(2022.6.3)	(73)特許権者	505413255
審査請求日	令和5年6月8日(2023.6.8)		阪神高速道路株式会社
			大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号
		(74)代理人	110001461
			弁理士法人きさ特許商標事務所
		(72)発明者	長岡 省吾
			東京都港区港南一丁目2番70号 J F E
			建材株式会社内
		(72)発明者	崎谷 淨
			大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号
			阪神高速道路株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】セグメントピース、セグメントリング及びトンネル覆工体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

環状に配置され周方向に互いに連結されることによりトンネルの掘削面を覆う筒状に形成されたセグメントリングを構成するセグメントピースであって、

主としてコンクリートからなる本体部と、

前記本体部の内部に埋設されており、前記セグメントリングの周方向に延びるように配筋された複数の主筋と、

前記本体部の内部に埋設されており、前記セグメントリングの径方向、且つ、前記セグメントリングの軸方向に延びるように配筋され、前記複数の主筋を拘束する複数の配力筋と、

前記本体部の周方向の端面から中央部に向かって内部に延びるように埋設されており、棒形状に形成された複数の圧縮鋼材と、

を備え、

前記複数の圧縮鋼材は、

前記径方向における内周側に配置された複数の内周側圧縮鋼材と、

前記径方向における外周側に配置された複数の外周側圧縮鋼材と、

の少なくともいずれか一方を有し、

前記複数の内周側圧縮鋼材及び前記複数の外周側圧縮鋼材は、

前記径方向において前記複数の配力筋と同等以上のかぶり厚さを有しており、

前記複数の主筋は、

前記径方向の内周側において、前記軸方向に沿って配置された複数の内周側主筋と、
 前記径方向の外周側において、前記軸方向に沿って配置された複数の外周側主筋と、
 を有し、
 前記複数の内周側圧縮鋼材のそれぞれは、
 前記軸方向において、少なくとも一部分が前記複数の内周側主筋同士の間配置されて
 おり、
 前記複数の外周側圧縮鋼材のそれぞれは、
 前記軸方向において、少なくとも一部分が前記複数の外周側主筋同士の間配置されて
 おり、
 前記本体部の前記端面には、シール部材が配置される少なくとも1つのシール溝が形成
 されており、
 前記シール溝は、
 前記本体部の内部側に凹むように形成されていると共に、前記軸方向に延びるように、
少なくとも外周側に形成されており、
 前記少なくとも1つのシール溝が前記径方向において外周側にのみ形成されている場合
 に、
 前記複数の外周側圧縮鋼材は、
 前記シール溝よりも外周側に配置されており、
 前記少なくとも1つのシール溝が前記径方向において内周側と外周側とに形成された複
 数のシール溝である場合に、
 前記複数の内周側圧縮鋼材は、
 最も内周側に形成された前記シール溝よりも内周側に配置されており、
 前記複数の外周側圧縮鋼材は、
 最も外周側に形成された前記シール溝よりも外周側に配置されているセグメントピース
 。

10

20

【請求項2】

前記複数の内周側圧縮鋼材は、
 前記複数の主筋の周囲に配置された前記複数の配力筋のうち少なくとも1つの配力筋で
 囲まれた領域内の前記径方向の内周側において、前記軸方向に沿って配置されており、
 前記複数の外周側圧縮鋼材は、
 前記複数の主筋の周囲に配置された前記複数の配力筋のうち少なくとも1つの配力筋で
 囲まれた領域内の前記径方向の外周側において、前記軸方向に沿って配置された請求項1
 に記載のセグメントピース。

30

【請求項3】

前記本体部は、
 前記セグメントリングの内周側の壁面を形成する内周側壁部と、
 前記セグメントリングの外周側の壁面を形成する外周側壁部と、
 を有し、
 前記本体部の軸方向且つ径方向に沿った断面における径方向の厚さである断面厚さにお
 いて、
 前記複数の内周側圧縮鋼材は、
 前記内周側壁部から前記断面厚さの3分の1の範囲までに配置されており、
 前記複数の外周側圧縮鋼材は、
 前記外周側壁部から前記断面厚さの3分の1の範囲までに配置されている請求項1又は
 2に記載のセグメントピース。

40

【請求項4】

前記複数の圧縮鋼材のそれぞれは、
 前記端面から延びて直線状に形成された直線部と、
 前記直線部の先端部に設けられ、前記直線部の延びる方向に対して傾斜した傾斜部と、
 を有する請求項1～3のいずれか1項に記載のセグメントピース。

50

【請求項 5】

前記複数の圧縮鋼材のそれぞれは、
異形棒鋼であり、
前記複数の圧縮鋼材のそれぞれの長さは、
棒鋼径の 1.2 倍以上の長さに形成されている請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のセグメントピース。

【請求項 6】

前記端面に配置され、平板状に形成された複数の基部を有し、
前記複数の基部はそれぞれ、
前記複数の圧縮鋼材のそれぞれと接続されている請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のセグメントピース。

10

【請求項 7】

前記端面に配置され、前記軸方向に延びるように長尺かつ平板状に形成された複数の基部を有し、
前記複数の基部はそれぞれ、
前記複数の圧縮鋼材と接続されており、
前記複数の圧縮鋼材は、
前記複数の基部の長手方向に沿って配列されている請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載のセグメントピース。

【請求項 8】

前記複数の基部は、
前記端面から露出しており、前記複数の基部の露出面が防水剤によって覆われている請求項 6 又は 7 に記載のセグメントピース。

20

【請求項 9】

請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載のセグメントピースを複数有し、
複数の前記セグメントピースが環状に配置され、周方向に互いに連結して形成されたセグメントリング。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の前記セグメントリングを複数有し、
複数の前記セグメントリングが、トンネルの延びる方向に連続して接続されたトンネル覆工体。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、トンネル等の覆工材として用いられるセグメントピース、セグメントリング及びトンネル覆工体に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、地下鉄、道路トンネル、上下水道、電力、通信のとう道、共同溝などの建設工事に、シールド工法が定着している。このシールド工法では、掘削面の覆工体として RC (Reinforced-Concrete) セグメントが用いられている。

40

【0003】

RCセグメントは、軸圧縮力をコンクリートと鉄筋とによって負担する。RCセグメントを構成するセグメントピースは、本体部のコンクリートの内部に主鉄筋が配置されている。しかし、従来のセグメントピースの本体部は、本体部の端部であり、セグメントピース同士が相互に連結する継手部にまで主鉄筋が伸びていない。そのため、従来のセグメントピースの継手部は、コンクリートのみによって圧縮力を負担することになる。そこで、継手部に鋼材を設置するセグメントピースが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

継手部に鋼材を設置すると、継手部に作用する圧縮力をコンクリートと鋼材とによって負担することができる。そのため、継手部に鋼材が設置されたセグメントピースは、コンクリートの発生応力を低減させることができ、継手部に鋼材が設置されていない従来のセグメントピースよりも厚さを薄くすることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2020-12239号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1のように、継手部に鋼材を設置し、コンクリートと鋼材とによってコンクリートの応力負担を低減させる構造案はこれまでも存在した。しかし、実際にどのような鋼材をどの位置、あるいは、どの程度の深さにまで設置すればよいか等の詳細は無く、検証試験等も行われていないのが実情であり鋼材の設置の態様については根拠の薄いものであった。

【0007】

本発明は、上記のような課題を解決するものであり、鋼材の設置の態様を具体化することによりコンクリートの発生応力を低減できるセグメントピース、セグメントリング及びトンネル覆工体を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るセグメントピースは、環状に配置され周方向に互いに連結されることによりトンネルの掘削面を覆う筒状に形成されたセグメントリングを構成するセグメントピースであって、主としてコンクリートからなる本体部と、本体部の内部に埋設されており、セグメントリングの周方向に延びるように配筋された複数の主筋と、本体部の内部に埋設されており、セグメントリングの径方向、且つ、セグメントリングの軸方向に延びるように配筋され、複数の主筋を拘束する複数の配力筋と、本体部の周方向の端面から中央部に向かって内部に延びるように埋設されており、棒形状に形成された複数の圧縮鋼材と、を備え、複数の圧縮鋼材は、径方向における内周側に配置された複数の内周側圧縮鋼材と、径方向における外周側に配置された複数の外周側圧縮鋼材と、の少なくともいずれか一方を有し、複数の内周側圧縮鋼材及び複数の外周側圧縮鋼材は、径方向において複数の配力筋と同等以上のかぶり厚さを有しており、複数の主筋は、径方向の内周側において、軸方向に沿って配置された複数の内周側主筋と、径方向の外周側において、軸方向に沿って配置された複数の外周側主筋と、を有し、複数の内周側圧縮鋼材のそれぞれは、軸方向において、少なくとも一部分が複数の内周側主筋同士の間配置されており、複数の外周側圧縮鋼材のそれぞれは、軸方向において、少なくとも一部分が複数の外周側主筋同士の間配置されており、本体部の端面には、シール部材が配置される少なくとも1つのシール溝が形成されており、シール溝は、本体部の内部側に凹むように形成されていると共に、軸方向に延びるように、少なくとも外周側に形成されており、少なくとも1つのシール溝が径方向において外周側にのみ形成されている場合に、複数の外周側圧縮鋼材は、シール溝よりも外周側に配置されており、少なくとも1つのシール溝が径方向において内周側と外周側とに形成された複数のシール溝である場合に、複数の内周側圧縮鋼材は、最も内周側に形成されたシール溝よりも内周側に配置されており、複数の外周側圧縮鋼材は、最も外周側に形成されたシール溝よりも外周側に配置されているものである。

【0009】

本発明に係るセグメントリングは、上記構成のセグメントピースを複数有し、複数のセグメントピースが環状に配置され、周方向に互いに連結して形成されたものである。

【0010】

本発明に係るトンネル覆工体は、上記構成のセグメントリングを複数有し、複数のセグ

10

20

30

40

50

メントリングが、トンネルの延びる方向に連続して接続されたものである。

【発明の効果】

【0011】

本発明のセグメントピースは、複数の内周側圧縮鋼材及び複数の外周側圧縮鋼材が、配力筋と同等以上のかぶり厚さを有しているものである。当該構成により、セグメントリングの径方向において、圧縮鋼材がセグメントピースの端部側に配置されている。すなわち、圧縮鋼材は、セグメントリングの径方向において、セグメントピースの外側の端部に配置されることになる。セグメントピースは、主筋のように鋼材が外側の端部に配置されるほどセグメントピースの強度を確保することができるため、上記構成を有するセグメントピースは、コンクリートの発生応力を低減できる。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施の形態に係るセグメントリングを軸方向に見た概念図である。

【図2】実施の形態に係るセグメントリングを概念的に表した斜視図である。

【図3】実施の形態に係るセグメントピースをセグメントリングの径方向に見た概念図である。

【図4】図3に示すセグメントピースのA-A線断面から見たセグメントピースの概念図である。

【図5】図3に示すセグメントピースをセグメントリングの周方向から見た側面図である。

20

【図6】圧縮鋼材を設置していないセグメントピースの継手部の拡大図である。

【図7】圧縮鋼材を設置しているセグメントピースの継手部の拡大図である。

【図8】圧縮鋼材の一例を示す拡大図である。

【図9】圧縮鋼材の長さ、実験値と、RC構造での理論値との関係を示す図である。

【図10】圧縮鋼材長さとコンクリート応力（実験値）を示す図である。

【図11】変形例のセグメントピースをセグメントリングの周方向から見た概念図である。

【図12】実施の形態に係るトンネル覆工体の概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

30

以下、実施の形態に係るセグメントピース10、セグメントリング100及びトンネル覆工体200等について図面等を参照しながら説明する。なお、図1を含む以下の図面では、各構成部材の相対的な寸法の関係及び形状等が実際のものとは異なる場合がある。また、以下の図面において、同一の符号を付したものは、同一又はこれに相当するものであり、このことは明細書の全文において共通することとする。また、理解を容易にするために方向を表す用語（例えば、上、下、左、右、前、後、表及び裏等）を適宜用いるが、それらの表記は、説明の便宜上の記載であり、装置、器具、あるいは部品等の配置、方向及び向きを限定するものではない。

【0014】

実施の形態.

40

[セグメントリング100]

図1は、実施の形態に係るセグメントリング100を軸方向ADに見た概念図である。

図2は、実施の形態に係るセグメントリング100を概念的に表した斜視図である。図1及び図2を用いてセグメントリング100について説明する。なお、図1及び図2に示す、軸方向ADは、セグメントリング100の軸方向を表しており、周方向CDは、セグメントリング100の周方向を表している。また、径方向RDは、セグメントリング100の径方向を表しており、Y1側は、セグメントリング100の内周側を表しており、Y2側は、セグメントリング100の外周側を表している。

【0015】

セグメントリング100は、シールド工法等の施工法において掘削面を覆う構造物であ

50

る。セグメントリング100は、筒状に形成されている。セグメントリング100は、例えば、円筒形状に形成されているが、円筒形状に限定されるものではない。トンネル本体は、複数のセグメントリング100がトンネルの延びる方向に沿って連結されることで構築される。より詳細には、トンネル本体は、シールド工法において、トンネルの断面の1周分（1リング）ずつセグメントリング100が配置されることにより構築される。したがって、セグメントリング100は、トンネル本体において、トンネルの延びる方向の1単位を構成する。

【0016】

[セグメントピース10]

セグメントピース10は、環状に配置され周方向CDに互いに連結されることによりトンネルの掘削面を覆う筒状に形成されたセグメントリング100を構成する。セグメントリング100は、周方向CDにおいて、複数の構成要素に分割されている。この構成要素は、セグメントピース10である。セグメントピース10は、セグメントリング100の軸方向ADに見た視点において、弧状に形成されており、湾曲した形状に形成されている。複数のセグメントピース10が環状に配置され、隣接するセグメントピース10同士が互いに連結されることによりセグメントリング100が形成される。なお、セグメントピース10は、周方向CDにおいて全てのセグメントピース10が同じ大きさに形成されているとは限らない。

10

【0017】

図3は、実施の形態に係るセグメントピース10をセグメントリング100の径方向RDに見た概念図である。図4は、図3に示すセグメントピース10のA-A線断面から見たセグメントピース10の概念図である。図5は、図3に示すセグメントピース10をセグメントリング100の周方向CDから見た側面図である。図5は、セグメントピース10を側面から見た場合の各構成部材の位置関係を表すものである。なお、図5は、セグメントピース10の内部の構成部材を点線で表している。図6は、圧縮鋼材50を設置していないセグメントピース10Lの継手部12の拡大図である。なお、図3～図6では、セグメントピース10の内部構造を明確にするために、コンクリートの内部に配置された鉄筋及び圧縮鋼材等の存在を透過させて表示している。図3～図6を用いて更にセグメントピース10の構造について説明する。

20

【0018】

セグメントピース10は、RC構造（鉄筋コンクリート構造）である。セグメントピース10は、本体部20と、複数の主筋30と、複数の配力筋40と、複数の圧縮鋼材50とを有する。

30

【0019】

(本体部20)

本体部20は、主としてコンクリートからなるブロック状の構造物である。本体部20は、セグメントリング100の軸方向ADから見た視点において、円弧状に湾曲している。本体部20は、径方向RDに幅のある円弧形状の平面が、軸方向ADに連続して構成される立体の構造物である。換言すれば、本体部20は、円弧形状に湾曲した直方体である。

40

【0020】

本体部20は、セグメントリング100の内周側（Y1側）の壁面を形成する内周側壁部20aと、セグメントリング100の外周側（Y2側）の壁面を形成する外周側壁部20bと、を有する。内周側壁部20aは、トンネルの内部空間を形成する。外周側壁部20bは、トンネルの外周側（Y2側）の壁を構成し、トンネルの掘削面に沿って配置される側の面を構成する。

【0021】

本体部20は、セグメントリング100の軸方向ADにおいて、一方の端部の壁面を構成する軸方向端面20cと、他方の端部の壁面を構成する軸方向端面20dとを有する。軸方向端面20c及び軸方向端面20dは、トンネルの延びる方向に対する垂直断面を構

50

成する。後述するトンネル覆工体 200 は、軸方向端面 20c と軸方向端面 20d とが当接してセグメントリング 100 同士が連なることによって形成される。

【0022】

本体部 20 は、セグメントリング 100 の周方向 CD において、一方の端部の壁面を構成する周方向端面 20e と、他方の端部の壁面を構成する周方向端面 20f とを有する。セグメントリング 100 は、周方向端面 20e と周方向端面 20f とが接続され、セグメントピース 10 同士が連なることによって形成される。

【0023】

本体部 20 の軸方向端面 20c、軸方向端面 20d、周方向端面 20e 及び周方向端面 20f には、シール部材が配置される少なくとも 1 つのシール溝 23 が形成されている。シール溝 23 は、本体部 20 の内部側に凹むように形成されている。周方向端面 20e 及び周方向端面 20f に形成されたシール溝 23 は、セグメントリング 100 の軸方向 AD に延びるように形成されている。軸方向端面 20c 及び軸方向端面 20d に形成されたシール溝 23 は、セグメントリング 100 の周方向 CD に延びるように形成されている。本体部 20 は、少なくともセグメントリング 100 の径方向 RD の外周側（Y2 側）にシール溝 23 が形成されている。本体部 20 は、更にセグメントリング 100 の径方向 RD の内周側（Y1 側）にシール溝 23 が形成されてもよい。このシール溝 23 には、シール部材（図示せず）が装着される。シール部材は、例えば水膨張性のシール材であるが、水膨張性のシール材に限定されるものではない。

【0024】

（主筋 30）

複数の主筋 30 は、主鋼材として本体部 20 の内部に埋設されており、セグメントリング 100 の周方向 CD に延びるように配筋されている。主筋 30 は、例えば、鉄筋である。図 3～図 5 に示すセグメントピース 10 は、セグメントリング 100 の軸方向 AD に沿って 9 本、セグメントリング 100 の径方向 RD に沿って 2 本の主筋 30 を有しているが、主筋 30 の数は、当該数に限定されるものではない。

【0025】

主筋 30 は、少なくとも、セグメントリング 100 の軸方向 AD に沿って配列され、径方向 RD の最内周に配置された複数の内周側主筋 31 と、軸方向 AD に沿って配列され、径方向 RD の最外周に配置された複数の外周側主筋 32 と、を有する。

【0026】

図 3 及び図 4 に示すように、主筋 30 の周方向 CD の長さは、本体部 20 の周方向 CD の長さよりも短い。従って、図 6 のセグメントピース 10L に示すように、主筋 30 の両端部と、本体部 20 の周方向端面 20e 及び周方向端面 20f との間には、それぞれ間隔が設けられている。すなわち、本体部 20 の端部であり、セグメントピース 10 同士が相互に連結する継手部 12 には主筋 30 が延びていない。

【0027】

（配力筋 40）

配力筋 40 は、本体部 20 の内部に埋設されており、セグメントリング 100 の径方向 RD 且つ軸方向 AD に延びるように配筋され、複数の主筋 30 を拘束する。配力筋 40 は、主筋 30 を拘束するフープ筋であり、帯筋である。配力筋 40 は、内周側主筋 31 と外周側主筋 32 とを外側から囲い拘束している。配力筋 40 は、主筋 30 の延びる方向において、複数設けられている。図 3～図 5 に示すセグメントピース 10 は、セグメントリング 100 の周方向 CD に沿って配力筋 40 を 9 本有しているが、配力筋 40 の数は、当該数に限定されるものではない。

【0028】

（圧縮鋼材 50）

圧縮鋼材 50 は、本体部 20 の周方向 CD の端面となる周方向端面 20e 及び周方向端面 20f から中央部 20h に向かって本体部 20 の内部に延びるように埋設されている。圧縮鋼材 50 は、本体部 20 の内部に補強鋼材として埋設される。セグメントリング 10

10

20

30

40

50

0 は、隣接するセグメントピース 10 同士の間で発生する圧縮力が、圧縮鋼材 50 に伝わり、圧縮鋼材 50 に伝わった力が、圧縮鋼材 50 から周辺のコンクリートに分散される。

【0029】

圧縮鋼材 50 は、棒形状に形成されている。圧縮鋼材 50 は、例えば、鉄筋であり、異形棒鋼である。図 3～図 5 に示すセグメントピース 10 は、セグメントリング 100 の軸方向 AD に沿って 8 本、セグメントリング 100 の径方向 RD に沿って 2 本の圧縮鋼材 50 を有しているが、圧縮鋼材 50 の数は、当該数に限定されるものではない。

【0030】

図 7 は、圧縮鋼材 50 を設置しているセグメントピース 10 の継手部 12 の拡大図である。圧縮鋼材 50 は、径方向 RD における内周側 (Y1 側) に配置された複数の内周側圧縮鋼材 51 と、径方向 RD における外周側 (Y2 側) に配置された複数の外周側圧縮鋼材 52 と、の少なくともいずれか一方を有する。

10

【0031】

複数の内周側圧縮鋼材 51 及び複数の外周側圧縮鋼材 52 は、径方向 RD において複数の配力筋 40 と同等以上のかぶり厚さを有している。すなわち、図 7 に示すように、セグメントピース 10 の内周側 (Y1 側) に配置された内周側圧縮鋼材 51 のかぶり厚さ T1 は、セグメントピース 10 の内周側 (Y1 側) における配力筋 40 のかぶり厚さ T2 と同等以上の厚さを有している。同様に、セグメントピース 10 の外周側 (Y2 側) に配置された外周側圧縮鋼材 52 のかぶり厚さ T3 は、セグメントピース 10 の外周側 (Y2 側) における配力筋 40 のかぶり厚さ T4 と同等以上の厚さを有している。

20

【0032】

図 5 に示すように、複数の主筋 30 の周囲に配置された複数の配力筋 40 のうち少なくとも 1 つの配力筋 40 で囲まれた領域内 45 において、複数の内周側圧縮鋼材 51 は、複数の圧縮鋼材 50 が配置できる位置の中で径方向 RD における最内周に配置されている。同様に、複数の主筋 30 の周囲に配置された複数の配力筋 40 のうち少なくとも 1 つの配力筋 40 で囲まれた領域内 45 において、複数の外周側圧縮鋼材 52 は、複数の圧縮鋼材 50 が配置できる位置の中で径方向 RD における最外周に配置されている。なお、図 5 において領域内 45 は、点線のハッチングで示された領域として示されている。

【0033】

また、図 5 に示すように、複数の内周側圧縮鋼材 51 のそれぞれは、軸方向 AD において、少なくとも一部分が複数の内周側主筋 31 同士の間配置されている。また、複数の外周側圧縮鋼材 52 のそれぞれは、軸方向 AD において、少なくとも一部分が複数の外周側主筋 32 同士の間配置されている。

30

【0034】

また、図 5 に示すように、複数の内周側圧縮鋼材 51 は、最も内周側 (Y1 側) に形成されたシール溝 23 よりも内周側 (Y1 側) に配置されている。また、複数の外周側圧縮鋼材 52 は、最も外周側 (Y2 側) に形成されたシール溝 23 よりも外周側 (Y2 側) に配置されている。圧縮鋼材 50 は、径方向 RD において可能な限り本体部 20 の外側の端部に配置されることが望ましいが、2 つのシール溝 23 に隣接するように、2 つのシール溝 23 の外側まで寄せて形成されてもよい。なお、圧縮鋼材 50 は、当該構成に限定されるものではない。例えば、複数の内周側圧縮鋼材 51 は、最も内周側 (Y1 側) に形成されたシール溝 23 よりも外周側 (Y2 側) に配置されてもよい。また、複数の外周側圧縮鋼材 52 は、最も外周側 (Y2 側) に形成されたシール溝 23 よりも内周側 (Y1 側) に配置されてもよい。すなわち、複数の内周側圧縮鋼材 51 及び複数の外周側圧縮鋼材 52 は、2 つのシール溝 23 の間に配置されてもよい。

40

【0035】

また、図 5 に示すように、本体部 20 の軸方向 AD、且つ、径方向 RD に沿った断面において、本体部 20 の径方向 RD の厚さを断面厚さ ST と定義する。この場合、複数の内周側圧縮鋼材 51 は、内周側壁部 20a から断面厚さ ST の 3 分の 1 の範囲までに配置されている。また、複数の外周側圧縮鋼材 52 は、外周側壁部 20b から断面厚さ ST の 3

50

分の1の範囲までに配置されている。

【0036】

図8は、圧縮鋼材50の一例を示す拡大図である。圧縮鋼材50は、周方向端面20e又は周方向端面20fの端面から延びて直線状に形成された直線部56と、直線部56の先端部56aに設けられ、直線部56の延びる方向に対して傾斜した傾斜部57と、を有する。

【0037】

複数の圧縮鋼材50のそれぞれの長さLは、圧縮鋼材50における棒鋼径Dの1.2倍以上の長さ形成されている。圧縮鋼材50の長さLは、圧縮鋼材50の延びる方向に沿った長さである。そのため、圧縮鋼材50の長さLは、直線部56の長さL1と傾斜部57の長さL2との合計の長さである。圧縮鋼材50は、径の断面積によって負担できる荷重が異なるため、鉄筋径に対する倍率により圧縮鋼材50の長さLを特定することによって圧縮鉄筋が分担する力が定まり、コンクリートにかかる応力が分散する力が定まる。

10

【0038】

上述したように、継手部12に鋼材を設置し、コンクリートと鋼材とによってコンクリートの応力負担を低減させる構造案はこれまでも存在した。しかし、実際にどのような鋼材をどの程度の深さにまで設置すればよいか等の詳細は無く、検証試験等も行われていないのが実情であり鋼材の設置の態様については根拠の薄いものであった。今回、発明者は、圧縮鋼材50の設置長さを変えて検証試験を行った。検証試験は、コンクリートの発生応力を低減させるためにどの位の圧縮鋼材50の設置長さが必要かを検証するためのものである。なお、圧縮鋼材50の設置長さは、圧縮鋼材50の埋め込み長さでもある。

20

【0039】

図9は、圧縮鋼材50の長さ、実験値と、RC構造での理論値との関係を示す図である。図10は、圧縮鋼材長さ、コンクリート応力（実験値と理論値）を示す図である。検証試験は、異形鉄筋の圧縮鋼材50の長さLをパラメーターとしてその有効性を確認するものとした。検証試験は、棒鋼径Dとして鉄筋径を用い、圧縮鋼材50の長さLを、鉄筋径の9倍～1.5倍の範囲で行った。具体的には、圧縮鋼材50の長さLを鉄筋径の9倍、1.2倍、1.5倍とした場合に、コンクリートに発生する応力を計測した。なお、検証試験は、軸圧縮力4000kN、曲げモーメント480kN・m作用時の発生応力を計測している。検証試験の結果は図9及び図10に示す通りである。

30

【0040】

試験結果より、圧縮鋼材50の長さLは、概ね鉄筋径の1.2倍以上でその効果がRC構造での理論値通りに発揮されている。したがって、検証試験の結果、発明者は、圧縮鋼材50に鉄筋を用いる場合、鉄筋径の1.2倍以上で、その効果が表れることを確認した。なお、検証試験は、同じ試験を2回実施し、その再現性も確認されている。

【0041】

図3～図5に示すように、セグメントピース10は、複数の基部60を有してもよい。基部60は、平板状に形成されている。ただし、基部60の形状は、平板状に形成されたものに限定されない。基部60は、例えば、アングル状に形成されてもよい。

【0042】

図5に示すように、基部60は、セグメントピース10において、周方向端面20e及び周方向端面20fに露出するように配置されている。複数の基部60はそれぞれ、複数の圧縮鋼材50のそれぞれと接続されている。複数の圧縮鋼材50のそれぞれは、周方向端面20e又は周方向端面20f側の端部が基部60と接続されている。基部60と、圧縮鋼材50とは溶接によって固定されている。基部60は、圧縮鋼材50を本体部20に配置する際の位置決め用いられ、圧縮鋼材50を本体部20のコンクリートに埋設する際の製作に用いられる。

40

【0043】

図11は、変形例のセグメントピース10をセグメントリング100の周方向CDから見た概念図である。変形例のセグメントピース10は、基部60Aの形状が上記に説明し

50

た基部 60 の形状と異なるものである。

【0044】

基部 60 A は、平板状に形成されており、セグメントリング 100 の軸方向 AD に長尺状に形成されている。複数の基部 60 A はそれぞれ、複数の圧縮鋼材 50 と接続されている。複数の圧縮鋼材 50 は、周方向端面 20 e 又は周方向端面 20 f 側の端部が基部 60 A に接続されている。複数の圧縮鋼材 50 は、基部 60 A の長手方向に沿って配列されている。すなわち、長尺状に形成された基部 60 A には、複数の圧縮鋼材 50 が接続されている。

【0045】

基部 60 及び基部 60 A は、図 4、図 5 及び図 8 に示すように、周方向端面 20 e 及び周方向端面 20 f 等の端面から露出しており、基部 60 及び基部 60 A の露出面が防水剤 70 によって覆われている。防水剤 70 は、例えば、弾性エポキシである。防水剤 70 は、周方向端面 20 e 及び周方向端面 20 f に露出している基部 60 及び基部 60 A を覆うように塗布される。

10

【0046】

[セグメントピース 10 の製作]

まず、本体部 20 の型枠が作成される。本体部 20 の周方向 CD の端部の位置に、圧縮鋼材 50 が溶接された基部 60 をボルト等の固定具によって固定される。型枠内に、主筋 30 及び配力筋 40 によって形成された鉄筋籠が配置される。その後、型枠内にコンクリートが打設され、コンクリートが固化した後、本体部 20 を型枠から外すことによってセグメントピース 10 が形成される。

20

【0047】

[トンネル覆工体 200]

図 12 は、実施の形態に係るトンネル覆工体 200 の概念図である。トンネル覆工体 200 は、セグメントリング 100 を複数有し、複数のセグメントリング 100 が、トンネルの延びる方向に連続して接続されて形成されている。トンネル覆工体 200 は、例えば、地下鉄、道路トンネル、上下水道、電力、通信のとう道、共同溝等を構成するトンネルを構成するために用いられる。

【0048】

[セグメントピース 10 の作用効果]

セグメントピース 10 は、複数の内周側圧縮鋼材 51 及び複数の外周側圧縮鋼材 52 が、配力筋 40 と同等以上のかぶり厚さを有しているものである。当該構成により、セグメントリング 100 の径方向 RD において、圧縮鋼材 50 は、セグメントピース 10 の端部側に配置されている。すなわち、圧縮鋼材 50 は、セグメントリング 100 の径方向 RD において、セグメントピース 10 の外側の端部に配置されることになる。セグメントピース 10 は、主筋 30 のように、鋼材が外側の端部に配置されるほどセグメントピース 10 の強度を確保することができるため、上記構成を有するセグメントピース 10 は、コンクリートの発生応力を低減できる。

30

【0049】

また、複数の内周側圧縮鋼材 51 は、複数の圧縮鋼材 50 が配置できる位置の中で径方向 RD における最内周に配置されており、複数の外周側圧縮鋼材 52 は、複数の圧縮鋼材 50 が配置できる位置の中で径方向 RD における最外周に配置されている。圧縮鋼材 50 は、セグメントピース 10 の外側の端部に配置されるほどセグメントピース 10 の強度を確保することができるため、上記構成を有するセグメントピース 10 は、コンクリートの発生応力を低減できる。

40

【0050】

また、軸方向 AD において、複数の内周側圧縮鋼材 51 のそれぞれは、少なくとも一部分が複数の内周側主筋 31 同士の間配置されており、複数の外周側圧縮鋼材 52 のそれぞれは、少なくとも一部分が複数の外周側主筋 32 同士の間配置されている。圧縮鋼材 50 は、セグメントピース 10 の外側の端部に配置されるほどセグメントピース 10 の強

50

度を確保することができるため、上記構成を有するセグメントピース10は、コンクリートの発生応力を低減できる。

【0051】

また、一般的に主筋30は、コンクリートの発生応力に対応する観点から本体部20の中で最も有利な位置に配筋されている。上記構成によって、内周側圧縮鋼材51及び外周側圧縮鋼材52の少なくとも一部分は、軸方向ADにおいて主筋30と重なる位置に配置されている。すなわち、内周側圧縮鋼材51及び外周側圧縮鋼材52は、径方向RDにおいて、主筋30が配置されている位置と略等しい位置に配置されている。そのため、内周側圧縮鋼材51及び外周側圧縮鋼材52は、主筋30と同様に、コンクリートの発生応力に対応する観点から本体部20の中で最も有利な位置に配筋されている。したがって、上記構成を有するセグメントピース10は、コンクリートの発生応力を低減できる。

10

【0052】

また、複数の内周側圧縮鋼材51は、最も内周側に形成されたシール溝23よりも内周側に配置されており、複数の外周側圧縮鋼材52は、最も外周側に形成されたシール溝23よりも外周側に配置されている。圧縮鋼材50は、セグメントピース10の外側の端部に配置されるほどセグメントピース10の強度を確保することができるため、上記構成を有するセグメントピース10は、コンクリートの発生応力を低減できる。

【0053】

また、複数の内周側圧縮鋼材51は、内周側壁部20aから断面厚さSTの3分の1の範囲までに配置されており、複数の外周側圧縮鋼材52は、外周側壁部20bから断面厚さSTの3分の1の範囲までに配置されている。圧縮鋼材50は、セグメントピース10の外側の端部に配置されるほどセグメントピース10の強度を確保することができるため、上記構成を有するセグメントピース10は、コンクリートの発生応力を低減できる。

20

【0054】

また、複数の圧縮鋼材50のそれぞれは、直線状に形成された直線部56と、直線部56の先端部56aに設けられ、直線部56の延びる方向に対して傾斜した傾斜部57と、を有する。本体部20は、円弧形状に形成されており、圧縮鋼材50が直線部56のみで形成されている場合には、配力筋40と干渉する可能性がある。圧縮鋼材50は、傾斜部57を有することによって、配力筋40との干渉を避けることができる。またその結果、圧縮鋼材50は、埋め込み長さを確保することができる。

30

【0055】

また、複数の圧縮鋼材50のそれぞれの長さLは、棒鋼径Dの1.2倍以上の長さに形成されている。そのため、上述したように、RC構造での理論値に沿った効果を発揮させることができ、セグメントピース10は、コンクリートの発生する応力を低減することができる。

【0056】

また、セグメントピース10は、平板状に形成された基部60を有し、複数の圧縮鋼材50はそれぞれ基部60に接続されている。圧縮鋼材50は、基部60と接続されていることにより、セグメントピース10の作成時の位置決めが容易となり、セグメントピース10の製作性を向上させることができる。

40

【0057】

また、複数の圧縮鋼材50は、基部60Aに接続されており、複数の圧縮鋼材50は、基部60Aの長手方向に沿って配列されている。基部60Aは、複数の圧縮鋼材50と接続されているため、複数の圧縮鋼材50の位置決めを同時に行うことができる。そのため、基部60Aを有するセグメントピース10は、更に製作性を向上させることができる。

【0058】

また、基部60及び基部60Aは、端面から露出しており、基部60及び基部60Aの露出面が防水剤70によって覆われている。一般的に、コンクリートと鋼材との界面に水が浸透する場合がある。基部60及び基部60Aの露出面を覆うように防水剤70が塗布されることにより、水の浸透を防ぐことができる。その結果、圧縮鋼材50は、径方向R

50

Dにおいて、セグメントピース10に形成されたシール溝23よりも外側に配置することができる。

【0059】

セグメントリング100は、上記構成のセグメントピース10を有するものである。その結果、セグメントリング100は、実施の形態に係るセグメントピース10と同様の効果を得ることができる。

【0060】

トンネル覆工体200は、上記構成のセグメントリング100を有するものである。その結果、トンネル覆工体200は、実施の形態に係るセグメントピース10と同様の効果を得ることができる。

10

【0061】

以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

【符号の説明】

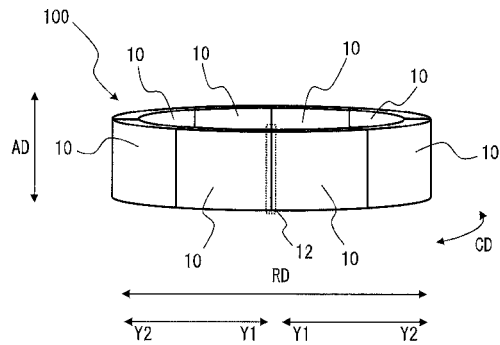
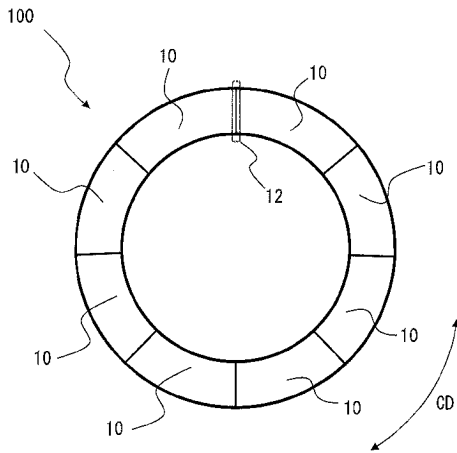
【0062】

10 セグメントピース、12 継手部、20 本体部、20a 内周側壁部、20b 外周側壁部、20c 軸方向端面、20d 軸方向端面、20e 周方向端面、20f 周方向端面、20h 中央部、23 シール溝、30 主筋、31 内周側主筋、32 外周側主筋、40 配力筋、45 領域内、50 圧縮鋼材、51 内周側圧縮鋼材、52 外周側圧縮鋼材、56 直線部、56a 先端部、57 傾斜部、60 基部、60A 基部、70 防水剤、100 セグメントリング、200 トンネル覆工体、AD 軸方向、CD 周方向、D 棒鋼径、RD 径方向、ST 断面厚さ、T1 かぶり厚さ、T2 かぶり厚さ、T3 かぶり厚さ、T4 かぶり厚さ。

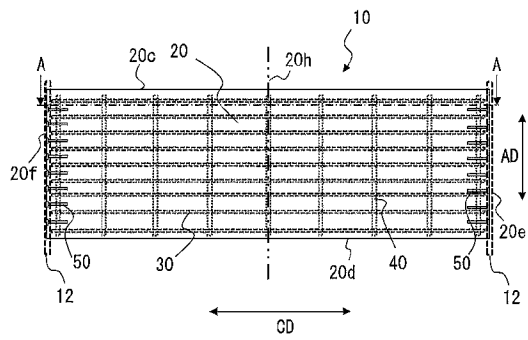
20

【図1】

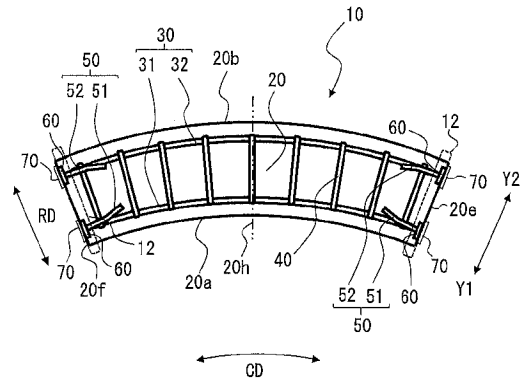
【図2】



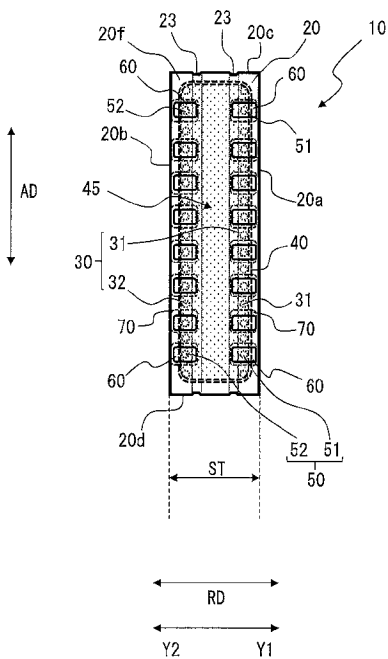
【図 3】



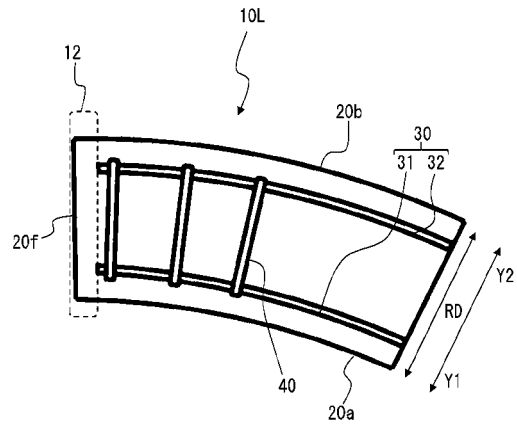
【図 4】



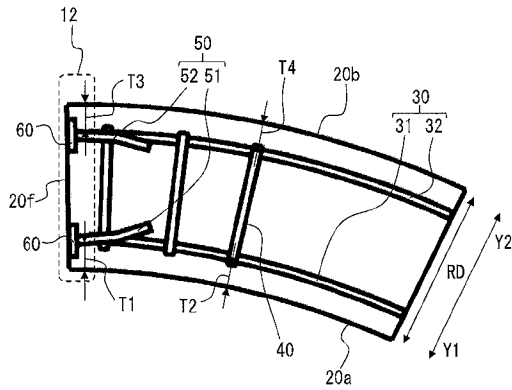
【図 5】



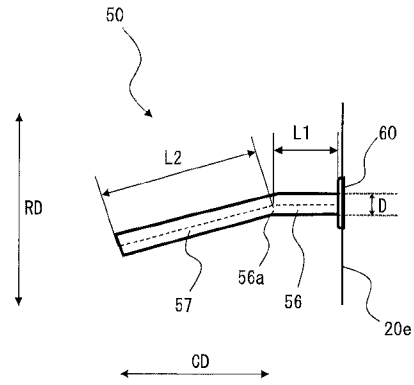
【図 6】



【図7】



【図8】

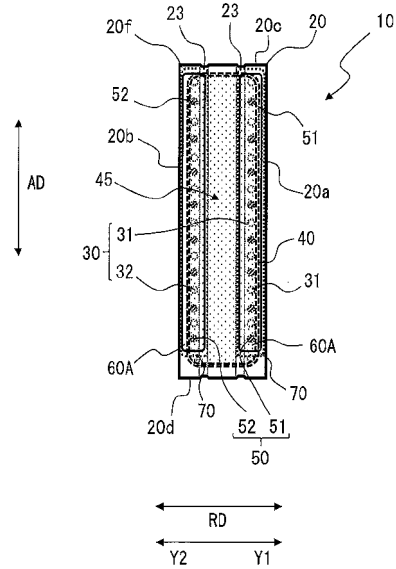


【図9】

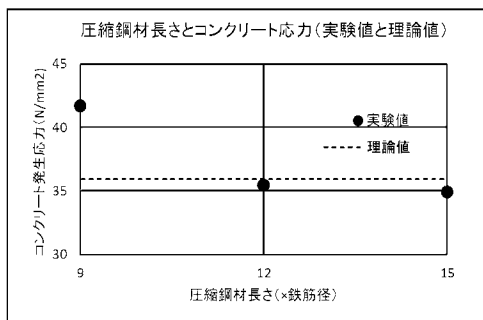
※軸圧縮力4000kN、曲げモーメント480kN・m作用時の発生応力

圧縮鋼材長さ	実験値		RC構造での理論値
	コンクリート発生 応力(N/mm ²)	コンクリート応力の 低下率	コンクリート発生 応力(N/mm ²)
圧縮鋼材無し	41.1	0	43.0
9・D(鉄筋径の9倍)	41.7	0	35.9
12・D(鉄筋径の12倍)	35.5	14%	
15・D(鉄筋径の15倍)	34.9	15%	

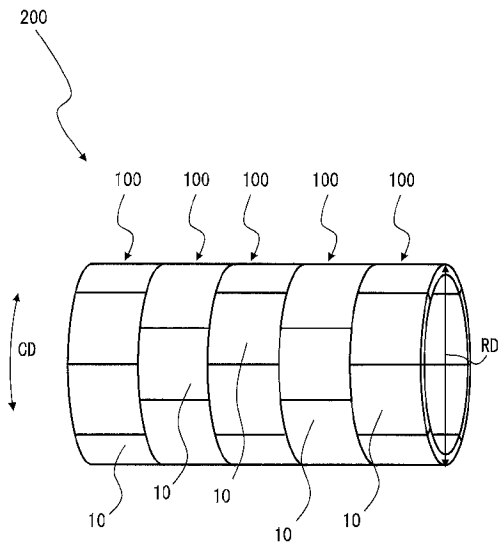
【図11】



【図10】



【図 12】



フロントページの続き

- (72)発明者 篠田 隆作
大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 阪神高速道路株式会社内
- (72)発明者 小川 和花
大阪府大阪市北区中之島三丁目2番4号 阪神高速道路株式会社内

審査官 小倉 宏之

- (56)参考文献 特開2020-012239 (JP, A)
特開昭52-012735 (JP, A)
特開昭49-002333 (JP, A)
特開2006-144297 (JP, A)
韓国公開特許第10-2011-0005430 (KR, A)
中国実用新案第210686015 (CN, U)
実開昭57-018099 (JP, U)
特開2001-207800 (JP, A)
特開2007-327196 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 11/08
E21D 11/04