

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4109073号
(P4109073)

(45) 発行日 平成20年6月25日(2008.6.25)

(24) 登録日 平成20年4月11日(2008.4.11)

(51) Int. Cl. F I
 E 2 1 D 20/00 (2006.01) E 2 1 D 20/00 G
 C 2 3 C 2/06 (2006.01) C 2 3 C 2/06
 C 2 3 C 2/38 (2006.01) C 2 3 C 2/38

請求項の数 3 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-291319 (P2002-291319)	(73) 特許権者	000004581 日新製鋼株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目4番1号
(22) 出願日	平成14年10月3日(2002.10.3)	(73) 特許権者	592260572 日新製鋼株式会社 東京都中央区入船3丁目1番13号
(65) 公開番号	特開2003-206698 (P2003-206698A)	(73) 特許権者	505398941 東日本高速道路株式会社 東京都千代田区霞が関三丁目3番2号
(43) 公開日	平成15年7月25日(2003.7.25)	(73) 特許権者	505398952 中日本高速道路株式会社 愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号
審査請求日	平成17年7月15日(2005.7.15)	(73) 特許権者	505398963 西日本高速道路株式会社 大阪府大阪市北区堂島一丁目6番20号 最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	特願2001-309332 (P2001-309332)		
(32) 優先日	平成13年10月5日(2001.10.5)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 めっき鋼管製ロックボルト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一端が閉じられ、他端に加圧流体供給源に連結する金具が取付けられ、軸方向に延びる膨張用凹部を1以上有する中空体からなるロックボルトであって、前記中空体が両面を金属めっきされた鋼管からなるものであり、且つ前記金属めっきがMg: 0.05~10質量%, Al: 4~22質量%, 残部Znおよび不可避免的不純物からなるZn-Al-Mg系合金めっきであることを特徴とするめっき鋼管製ロックボルト。

【請求項2】

金属めっきが、さらにTi: 0.001~0.1質量%, B: 0.0005~0.045質量%含有するものである請求項1に記載のめっき鋼管製ロックボルト。

【請求項3】

金属めっきが、さらに希土類元素, Y, ZrまたはSiから選ばれた易酸化性元素の少なくとも1種を0.005~2.0質量%含有するものである請求項1または2に記載のめっき鋼管製ロックボルト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、内部に流体を圧入し、流体圧で管体を半径方向に膨張させることによって岩盤に設けた孔内に管体を充填させる管状膨張型のロックボルトに関する。

【0002】

【従来の技術】

最近、崩落し易い岩盤や地盤を固結させるために、従来の棒状ロックボルトに代わって管状のロックボルトが使用されるようになった。

図1に示すように、岩盤や地盤2に穿った孔に、端部が密封され、膨張用凹部が形成された鋼管1を挿入し(図2のa)、この鋼管を、圧力流体3を利用して膨張させ(図2のb)、孔と鋼管を密着させる(図2のc)ことによって岩盤や地盤を鋼管で固結させるものである。

圧力流体による加圧で膨張させ易くするために、鋼管に予め軸方向にわたって凹部を設けていることが多い(図2のa参照)。

【0003】

10

【発明が解決しようとする課題】

このような膨張型の鋼管製ロックボルトとしては、製造されたままの鋼管または単に酸洗された程度の鋼管に膨張用凹部の形成加工、あるいは端部の密封加工、金具の取付け加工が施されて使用されている。

ところで、ロックボルトは岩盤や地盤中に埋設されるような形態で使用されるため、外面は相当な腐食環境に曝される状態である。また、膨張にあたって水のような流体が圧入され、さらに定期的に固結状態の点検のために流体が圧入させることもある。点検のために圧入されなくても、環境そのものが水分の多いところでもあるので、内面も腐食環境に曝されることになる。

【0004】

20

鋼管製ロックボルトは腐食され易いことから信頼性が低い。腐食減量を考慮して過大な肉厚の素材を用いるばかりでなく、腐食を抑えるために膨張前にロックボルトと岩盤の穴とのすき間に腐食防止剤を主体としたグラウト材を注入したり、あるいは、即効性はあるが耐食性に不安がある膨張型ロックボルトはあくまでも仮設として使用し、その周辺に鉄筋コンクリート用棒鋼製ロックボルトが本設として打設されている。このために、岩盤補強工事全体の施工コストが非常に高くなっている。

本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、耐食性に優れた素材を使用することにより、耐久性、信頼性が高く、施工コストの低減化が可能な膨張型の鋼管製ロックボルトを提供すること目的とする。

【0005】

30

【課題を解決するための手段】

本発明のめっき鋼管製ロックボルトは、その目的を達成するため、一端が閉じられ、他端に加圧流体供給源に連結する金具が取付けられ、軸方向に延びる膨張用凹部を1以上有する中空体からなるロックボルトであって、前記中空体が両面を金属めっきされた鋼管からなるものであり、且つ前記金属めっきがMg: 0.05~10質量%, Al: 4~22質量%, 残部Znおよび不可避免的不純物からなるZn-Al-Mg系合金めっきであることを特徴とする。

【0006】

【作用】

本用途に用いられるロックボルトは、岩盤や地盤中に挿入後拡管されて岩盤、地盤を固結するものであるが、岩盤、地盤中に埋設されたままとなるため、地盤環境における耐食性が重要な必要特性となる。

地盤中の環境は、水分量、水質、通気量、土質、pH等により種々変化し、酸性環境からアルカリ性環境まで多様である。ロックボルトの素材として内外面にめっき層を形成した耐食性を高めためっき鋼管を使用することにより、土壌、岩盤中での耐久性と信頼性を極めて優れたものとすることができたものである。

【0007】

【実施の形態】

本発明のめっき鋼管製ロックボルトは、生産性の面から、めっき鋼板を成形加工してめっき鋼管としたプレめっき鋼管から製造するのが好ましいが、溶融めっき浴に浸漬した(以

40

50

下、「後めっき法」と称す)ポストめっき鋼管からロックボルトを製造することもできる。

また、めっき原板の素材を成型加工して鋼管とし、ロックボルト形状に成形加工した後、後めっき法にてロックボルトを製造することもできる。

しかし、後めっき法により製造されたロックボルトの場合、片面30 μ m程度以上のめっき付着量があるが、浸漬めっきであるため浸漬中にめっき層と下地の鉄が合金化し、めっき層の大半は亜鉛-鉄の合金層になる。この合金層は硬く脆いために割れ易く、内部に流体圧を付与して膨張される際にめっき層の割れや剥離を生じやすいと言う欠点がある。

また、めっき時に高熱に曝されるため熱歪みの影響が出やすいので、半径方向の曲りが発生し易い。しかも、使用される単位長さが5m以上となった長尺製品もあるので、作業性が悪く、プレめっき鋼管により製造されるロックボルトに比べて生産性に劣る。

10

【0008】

本発明のめっき鋼管製ロックボルトの断面形状は、要求される材料強度や加工性に依りて設計され、軸方向にわたって少なくとも1以上の膨張用凹部を有する中空体からなるものである。

本発明のめっき鋼管製ロックボルトに用いる原板素材(下地鋼)としては、強度290~400N/mm²程度の普通鋼板、高張力鋼板等が一般的であるが、めっき鋼板をロックボルト形状に溶接する際には、下地鋼を以下のような成分設計とすることが有効である。

【0009】

具体的には、めっき母材となる下地鋼の成分としては、例えばC:0.0005~0.25質量%、N:0.007質量%以下、Si:1.5質量%以下、Mn:0.05~2.0質量%、Al:0.005~0.10質量%、B:0.00002~0.01質量%、必要に応じてTi、Nb、V、Zrの1種または2種以上:合計で0.01~1.20質量%を含有するものが好ましい。

20

下地鋼には、さらに、Cu:0.05~2.0質量%、Ni:0.02~2.0質量%、Cr:0.02~1.0質量%、P:0.030~0.12質量%の1種又は2種以上を含むこともできる。

【0012】

[Zn-Al-Mg系合金めっき]

ロックボルト用のめっきには、Zn系のめっき層に比べて耐食性に優れ、且つ硬質なZn-Al-Mg系の合金めっきが使用される。より硬質のものを使用することにより、ロックボルトを現場に搬送し、硬い岩盤内に挿入して膨張拡管させる際、岩盤との接触や石等の飛散物等による疵発生を抑制することができる。錆びの起点になる疵発生を抑制することにより、腐食環境下における耐久性と信頼性が向上する。

30

このZn-Al-Mg系合金めっき層について、詳しく説明する。

【0013】

めっき層中のMg含有量:0.05~10質量%

めっき層に含まれるMgは、めっき層の最表層にMgを含むZn系腐食生成物を形成させ、めっき層中のAlとともに土壌環境下においてめっき層の腐食速度を減少させる効果がある。この作用は、Mgを含むZn系腐食生成物が長期間安定にめっき層上に存在し、耐食性を劣化させる酸化亜鉛の形成が抑制されることによるものである。

40

また、本発明のプレめっき鋼管を製造する際の溶接ビード部や切断端面にも、腐食生成物の一部が流れ込み、ビード部や切断端面の腐食を抑制する効果がある。ビード部を補修溶射した場合には、Mg含有Zn系腐食生成物が溶射層上あるいは溶射層上の腐食生成物中に流れ込み、下地の鋼素地を保護する効果がある。さらに、めっき層中にZn-Mg系の金属間化合物を形成させてめっき層を硬質化させるという効果もある。

このような効果を発揮させるためには、Mg含有量は表記の範囲にすることが好ましい。さらには、1~4質量%の範囲にすることが好ましい。

【0014】

めっき層中のAl含有量:4~22質量%

50

めっき層中のZn, MgがMgを含むZn系腐食生成物を形成するのに対し、めっき層中のAlは固着性の極めて強いZn-Al系腐食生成物を形成し、耐食性の向上に寄与する。また、Alをめっき層中に含有させることでめっき層の凝固組織にZn/Al/Zn₂Mg三元共晶組織が出現する。この三元共晶組織はZn/Zn₂Mg二元共晶組織より組織が微細であるため、耐食性およびメッキ層硬さの観点からも三元共晶組織の方が好ましい。

【0015】

このように固着性の強いZn-Al系腐食生成物を形成し、かつZn/Al/Zn₂Mg三元共晶組織を形成させるためには、4質量%以上にAlを含有させる必要がある。しかし、22質量%を超えて添加しても上記効果は飽和する。また、Al含有量の増加とともにめっき金属の融点は上昇するので、プレめっき鋼管の素材(めっき鋼板)を製造する際にめっき浴を高温に保持することが必要になり素材の生産性も悪くなる。

なお、めっき層中にAlが含まれず、めっき層がZn-Mg系合金の場合、Mg含有Zn系腐食生成物が流出すると、下地に固着性の強い腐食生成物がないために、めっき層の腐食が急速に進行する。

【0016】

めっき層中のTi含有量：0.001～0.1質量%

めっき層中のB含有量：0.0005～0.045質量%

Ti, Bの添加により表面外観を害するZn₁₁Mg₂相の生成を抑制し、めっき層中に晶出するZn-Mg系金属間化合物を実質的にZn₂Mgのみに行うことができる。

具体的には、Tiを0.001質量%以上含有させると効果的にZn₁₁Mg₂相の生成を抑制することができる。しかし、Tiが0.1質量%を超えるとめっき層中にTi-Al系析出物が成長し、めっき層に凹凸(ブツ)が生じ、外観を損ねるようになる。好ましくは、0.002質量%以上とするのが良い。

また、Bを0.0005質量%以上含有させると効果的にZn₁₁Mg₂相の生成を抑制することができる。しかし、Bが0.045質量%を超えるとめっき層中にTi-B系析出物、AlB系析出物が成長し、めっき層に凹凸(ブツ)が生じ、外観を損ねるようになる。好ましくは、0.001質量%以上とするのが良い。

【0017】

めっき層中の易酸化性元素(希土類元素, Y, Zr, Si)：少なくとも一種を0.005～2.0質量%

AlとMgの含有量が比較的多い本発明の溶融Zn-Al-Mg系合金めっき鋼管製ロックボルトにおいては、本めっき成分系に特有の「めっき層の表面光沢劣化」という現象を抑制する作用がある。「めっき層の表面光沢劣化」とは、製造直後に美しい金属光沢を有するめっき表面が、時間の経過につれてねずみ色に変化する現象であり、表面外観の点からは好ましくない。

このような変色現象は、易酸化性の元素である希土類元素, Y, Zr, Siの少なくとも一種を0.05質量%以上添加することで抑制できる。しかし、2.0質量%を超えて添加しても効果は飽和するので0.005～2.0質量%添加することが好ましい。

【0018】

また、めっき層のAl含有率が高くなるほど、めっき層と鋼素地の界面に局部的にFe-Al系金属間化合物が生成することから、めっき鋼板を成形加工する際に、部分的にめっき層が剥離することが懸念される。これを防ぐために、めっき層中にSiを微量含有させることが好ましい。

Zn-Al-Mg系合金めっき層は耐食性に優れ、しかも硬質であるので、めっき層厚はAl-Zn系めっきよりも薄くでき3～30μm程度で十分である。

【0019】

本発明者等は、上記のようなめっき鋼板の電縫溶接管を使用し、多段ロール法により凹部を形成した。溶接方法あるいは凹部形成方法は、他の方法でも構わない。例えば、凹部形成方法は、引抜き法あるいは折り曲げ法を使用した従来と同様の態様で形成しても良い。いずれの方法で凹部を形成する場合でもロール、金型を使用して加工されることになる。

10

20

30

40

50

凹型という複雑な形状とするため、加工時に受ける面圧は高い。しかしながら、めっき鋼板は製造過程において、素材コイルを還元炉により表面を清浄にした後めっき浴に浸漬してめっきを行っていることから、良好なめっき密着性を有しており、上記のような加工の際にめっき層が剥離することはない。特に、前記したようなZn-Al-Mg系の合金めっきはめっき層が亜鉛系めっきに比べて硬く、かじり等にも強いため、ロックボルトの製造過程でめっき層が損傷されることはない。

凹部形成後、先端部を従来と同様の態様で密封し、他端に従来と同様の態様で圧力流体接続用金具を取付ける。

電縫溶接を施した溶接ビード部や、ロックボルト取り扱い時等に、万が一、他の物に強く接触し部分的にめっき層が剥げたり薄くなったりした場合には、Zn-Al系合金による溶射法や、Zn粉とAl粉を含有するペイント等で補修することが望ましい。

10

【0020】

以上に述べたように、ロックボルトの素材として、管径、板厚、所要強度、加工方法等を考慮して最適鋼種を選定し、また地盤の土質や施工方法を考慮してめっき層の組成、膜厚を選定し、内外面にめっき層を形成した鋼管を使用すれば、岩盤、地盤中での耐久性と信頼性の極めて優れたロックボルトが得られる。

また、信頼性を高めることにより、従来行っていた補助用アンカーの打設を低減できるため、施工コストを大幅に削減することができる。

【0021】

【実施例】

20

本発明を、実施例をもって説明する。

ロックボルト用めっき鋼管素材として、C：0.15質量%、Si：0.009質量%、Mn：0.5質量%でその他が不可避的不純物である400N/mm²級の炭素鋼を使用した。2mm厚に熱延し、酸洗後、めっきライン中で焼鈍および還元炉による前処理を行った後、Zn-6%Al-3%MgおよびZn-6%Al-3%Mg-0.002%Ti-0.001%Bの組成をもつめっき浴中にそれぞれ浸漬して製造した2種類のめっき鋼板を、それぞれ高周波誘導溶接により外径54mmのパイプに成形した後、直ちに外径約36mmの凹型断面を有する異形鋼管4に成形した。

【0022】

この異形鋼管4を長さ3mに切断し、管端約100mm分を縮管金型にて直径33mmに縮管した後、図3に示すように、管端縮管部5に封止側スリーブ6用の外径38.1mm、肉厚2.55mm、長さ70mmのパイプを被せ(図3のa)、ポンチ圧入箇所7にポンチを圧入することによって管端部を封止側スリーブ6に沿った密着扁平状態に成形し(図3のb)、溶接により封止した(図3のc)。図4に異形鋼管4の管端縮管部に封止側スリーブ6を被着した封止側管端構造を示す。図4のB-B断面が図3(b)の断面形状を示し、C-C断面が図3(a)の断面形状を示している。なお、図4のA方向から見ると、図3(c)のように溶接部8で管端は密閉されている。

30

もう一方の管端には、同様に縮管した後、図5に示すように、管端縮管部5に注水側スリーブ9用の外径41mm、肉厚4mm、長さ70mmのパイプを被せ(図5のa)、ポンチ圧入箇所7にポンチを圧入することにより注水側スリーブ9に沿った密着扁平状態に形成し(図5のb)、溶接により封止した後(図5のd)、注水側スリーブ先端より約25mmの位置で異形管の凹部を避けて径約3mmの加圧流体導入孔10をスリーブの肉厚4mmおよび異形管の肉厚2mmを貫通するように穿設した(図5のc)。図6に異形鋼管4の管端縮管部に注水側スリーブ9を被着した注水側管端構造を示す。構造的には封止側管端構造と類似しており、図4に関する説明と同様であるが、注水側ではB'-B'断面位置に加圧流体導入孔10を設けた点で異なっている。

40

【0023】

上記のような手段で製造した2種のロックボルトを直径約52mmに穿った岩盤中の孔に挿入し、膨張用の水圧として2350N/cm²を内部に付与し、膨張させて岩盤に固結した。2種のロックボルトとも、固結後の引抜き試験により、引抜き耐力120kN以上

50

を有することが確認され、極めて良好な固着特性を示していた。

また、試験的に岩盤中に施設した2種のロックボルトについて、岩盤を取り除いて施工後の状況を確認したところ、何れのめっき層にも剥離等の欠陥は見られず、2種のロックボルトとも表1に示すように耐食性の低下は見られなかった。このことから、岩盤中でも十分な耐食性を保持しているものと考えられる。

【0024】

表1：ロックボルト塩水噴霧試験結果（500時間後）

	試料	耐食性評価
発明例	施工前のめっき鋼管製ロックボルト	赤錆なし
	大気中で拡管のみを行っためっき鋼管製ロックボルト	赤錆なし
	岩盤中で拡管し、取り出しためっき鋼管製ロックボルト	赤錆なし
比較例	施工前のめっき層のない鋼管製ロックボルト	全面赤錆発生

10

【0025】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明は、管状膨張型のロックボルトの素材として、耐食性に優れためっき鋼管を使用することにより、ロックボルトそのものの耐久性を飛躍的に向上できる他、本設としての鉄筋コンクリート用棒鋼製ロックボルトの打設を省くことが可能になる。これにより、岩盤補強工事全体として大幅なコスト低減が可能になる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 鋼管製ロックボルトを膨張させて地盤を補強する方法の説明図

【図2】 拡管前と、拡管後圧力のかかり方を説明する図

【図3】 管一端の封止手順を説明する図

【図4】 封止側管端構造を説明する図

【図5】 管他端の封止手順を説明する図

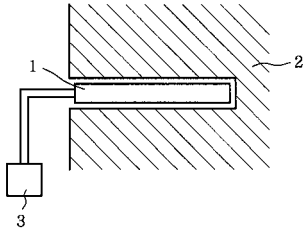
【図6】 注水側管端構造を説明する図

30

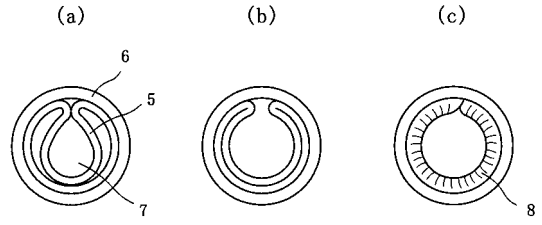
【符号の説明】

- 1：鋼管製ロックボルト 2：岩盤 3：流体加圧装置
 4：異形鋼管 5：管端縮管部 6：封止側スリーブ
 7：ポンチ圧入箇所 8：溶接部 9：注水側スリーブ
 10：加圧流体導入孔

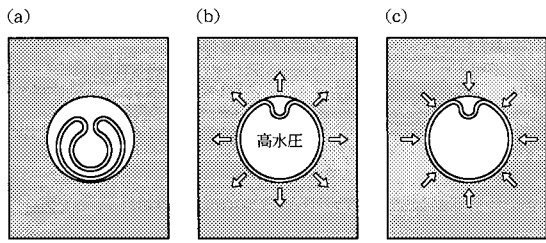
【図1】



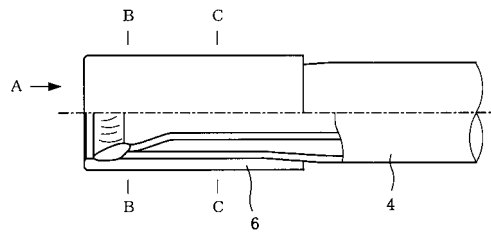
【図3】



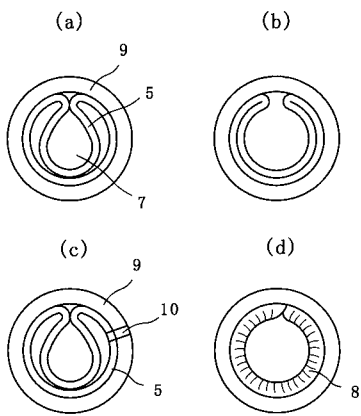
【図2】



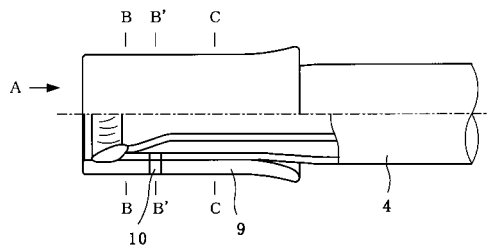
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (74)代理人 100110423
弁理士 曾我 道治
- (74)代理人 100084010
弁理士 古川 秀利
- (74)代理人 100094695
弁理士 鈴木 憲七
- (74)代理人 100111648
弁理士 梶並 順
- (74)代理人 100122437
弁理士 大宅 一宏
- (72)発明者 篠田 研一
東京都中央区入船三丁目1番13号 日新鋼管株式会社内
- (72)発明者 朝田 博
兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会社 技術研究所内
- (72)発明者 仲子 武文
兵庫県尼崎市鶴町1番地 日新製鋼株式会社 技術研究所内
- (72)発明者 田名瀬 寛之
三重県亀山市下庄町1784番地

審査官 田畑 覚士

- (56)参考文献 特表平10-503815(JP,A)
特開平05-272298(JP,A)
特開平07-158072(JP,A)
特表平08-504903(JP,A)
特開2000-169948(JP,A)
特開2000-008796(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 20/00
C23C 2/06
C23C 2/38