

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2007 年 10 月 25 日 (25.10.2007)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2007/119734 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 38/00 (2006.01) F02M 55/02 (2006.01)
C22C 38/38 (2006.01) F16L 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/057949
- (22) 国際出願日: 2007 年 4 月 11 日 (11.04.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-110471 2006 年 4 月 13 日 (13.04.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 臼井国際産業株式会社 (USUI KOKUSAI SANGYO KAISHA, LTD.) [JP/JP]; 〒4118610 静岡県駿東郡清水町長沢 1 3 1 - 2 Shizuoka (JP). 住友金属工業株式会社 (SUMITOMO METAL INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浅田 菊雄 (ASADA, Kikuo) [JP/JP]; 〒4110044 静岡県三島市徳倉 7 3 8 - 8 Shizuoka (JP). 遠藤 修 (ENDO, Osamu) [JP/JP]; 〒4102411 静岡県伊豆市熊坂 8 7 6 - 1 1 Shizuoka (JP). 永尾 勝則 (NAGAO, Katsunori) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 一入 啓介 (HITOSHIO, Keisuke) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 住友金属工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 杉岡 幹二, 外 (SUGIOKA, Kanji et al.); 〒6600892 兵庫県尼崎市東難波町五丁目 1 7 番 2 3 号 尼崎ビル 杉岡特許事務所 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

/ 続葉有 /

(54) Title: STEEL PIPE AS FUEL INJECTION PIPE

(54) 発明の名称: 燃料噴射管用鋼管

(57) Abstract: A steel pipe as fuel injection pipe of 500 N/mm² or higher tensile strength composed of, by mass, 0.12 to 0.27% C, 0.05 to 0.40% Si, 0.8 to 2.0% Mn and the balance Fe and impurities, the contents of Ca, P and S in the impurities being 0.001% or less, 0.02% or less and 0.01% or less, respectively, characterized in that the maximum diameter of nonmetallic inclusions present in at least the region extending from the inside surface of the steel pipe to a depth of 20 μ m is 20 μ m or less. Further, there is provided a steel pipe as fuel injection pipe which is identical with the above except that at least one member selected from among 1% or less Cr, 1% or less Mo, 0.04% or less Ti, 0.04% or less Nb and 0.1% or less V is further added thereto. These steel pipes as fuel injection pipes realize a high material strength, high limit internal pressure free from fatigue breakdown, prolonged fatigue life and high reliability.

(57) 要約:

本発明は、質量%で C : 0.12~0.27%、Si : 0.05~0.40% 及び Mn : 0.8~2.0% を含有し、残部 Fe 及び不純物からなり、当該不純物のうち Ca が 0.001% 以下、P が 0.02% 以下、S が 0.01% 以下であり、引張強度が 500 N/mm² 以上の鋼管であって、少なくとも鋼管の内表面から 20 μ m までの深さに存在する非金属介在物の最大径が 20 μ m 以下であることを特徴とする燃料噴射管用鋼管、及びこれに更に Cr : 1% 以下、Mo : 1% 以下、Ti : 0.04% 以下、Nb : 0.04% 以下および V : 0.1% 以下のうちの 1 種または 2 種以上を添加せしめた燃料噴射管用鋼管に係るものである。

本発明に係る燃料噴射管用鋼管は、材料強度が大きく、かつ疲労破壊が起らない限界内圧が高くて疲労寿命が長く、信頼性の高いものである。



IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

燃料噴射管用鋼管

技術分野

[0001] 本発明は、燃焼室に燃焼を噴射するために用いられる鋼管に係り、より詳しくは、ディーゼルエンジンの燃焼室に燃料液滴を供給するための燃料噴射管用の鋼管に関する。

背景技術

[0002] 将来的なエネルギーの枯渇への対策として、省エネルギーを促す運動や資源のリサイクル運動およびこれらの目的を達成する技術の開発が盛んに行われている。特に近年は、世界的な取り組みとして地球の温暖化を防止するために燃料の燃焼に伴うCO₂の排出量を低減させることが強く求められている。

[0003] CO₂の排出量の少ない内燃機関として、自動車などに用いられるディーゼルエンジンが挙げられる。しかし、ディーゼルエンジンには、CO₂の排出量が少ない反面、黒煙が発生するという問題がある。黒煙は、噴射された燃料に対し酸素が不足した場合に発生する。すなわち、燃料が部分的に熱分解されることにより脱水素反応が起こり、黒煙の前駆物質が生成して、この前駆物質が再び熱分解し、凝集・合体することにより黒煙となる。こうして発生した黒煙は大気汚染を引き起こし、人体に悪影響を及ぼす。

[0004] 上記の黒煙は、ディーゼルエンジンの燃焼室への燃料の噴射圧を高めることにより、その発生量を低減することができる。しかし、そのためには、燃料噴射に用いる鋼管には高い疲労強度が求められる。このような燃料噴射に用いる鋼管を得る製造方法については、以下のような発明が開示されている。

[0005] 特許文献1には、熱間圧延したシームレス鋼管素材の内面をショットブラスト処理により、研削・研磨を行った後に、冷間引抜き加工を行うディーゼルエンジンの燃料噴射に用いる鋼管の製造方法が開示されている。この製造方法を採用すれば、鋼管内面の疵(凹凸、へげ、微細クラックなど)の深さを0.10mm以下にできるので、燃料噴射に用いる鋼管の高強度化が図れるという。

[0006] 特許文献1:特開平9-57329号公報 上述の特許文献1に開示された方法で製造された燃料噴射に用いる鋼管は、高い強度を持つものの、その鋼管材料の強度に見合った疲労寿命を得ることができない。鋼管材料の強度が高くなれば、当然に、鋼管の内側にかかる圧力を高くすることができるが、鋼管の内側に圧力を加えた場合に鋼管内面に疲労による破壊の発生することがない限界となる内圧(以下、「限界内圧」という)は、鋼管材料の強度のみに依存しない。すなわち、鋼管材料の強度を大きくしても期待以上の限界内圧は得られない。最終製品の信頼性などを考慮に入れると、疲労寿命は長いほど好ましいが、前記の限界内圧が低ければ、高い内圧による使用によって鋼管が疲労しやすいため疲労寿命も短くなる。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明の課題は、材料強度を高めるとともに、高い限界内圧を確保することにより、疲労寿命の延長を図り、信頼性の高い燃料噴射管用鋼管を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、上述の課題を解決するため、鋼管材料の引張強度と鋼管の限界内圧との関係について詳細に調査した。まず、材料の組成を変化させて、引張強度が異なる鋼管を複数用意し、引張試験と限界内圧との関係を調べた。そして、限界内圧を調べる際に得られた疲労破壊した鋼管についても、その破損部を調査した。

[0009] 上記の調査結果から、鋼管材料の引張強度が $500\text{N}/\text{mm}^2$ 未満の場合であって、ほぼ同じ引張強度を有する材料からなる鋼管では、限界内圧が異なっても、同じ破損形態を取るのに対し、鋼管材料の引張強度が $500\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の場合にあっては、ほぼ同じ引張強度を有する材料からなる鋼管であっても、限界内圧の大小によって、破損形態が違っていることを知見した。

[0010] すなわち、鋼管材料の引張強度が $500\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の場合、限界内圧が比較的大きい鋼管は、引張強度が $500\text{N}/\text{mm}^2$ 未満の場合と同じような破損形態を取るが、限界内圧が比較的小さい鋼管では内表面付近に存在する介在物を起点として破壊が起こっているので、この介在物の発生を抑制すれば、限界内圧を高めることができる。

[0011] 本発明は、上述の知見を基にして完成に到ったものであり、その要旨は下記(1)に記載の燃料噴射管用鋼管にある。

[0012] (1)質量%で、C:0.12～0.27%、Si:0.05～0.40%およびMn:0.8～2.0%を含有し、残部はFeおよびその他不純物からなり、不純物中のCaが0.001%以下、Pが0.02%以下、Sが0.01%以下であり、引張強度が $500\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の鋼管であって、少なくとも鋼管の内表面から $20\mu\text{m}$ までの深さに存在する非金属介在物の最大径が $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする燃料噴射管用鋼管。

[0013] 上記(1)の燃料噴射管用鋼管は、Feの一部に代えて、Cr:1%以下、Mo:1%以下、Ti:0.04%以下、Nb:0.04%以下およびV:0.1%以下のうちの1種または2種以上を含有することが好ましい。

発明の効果

[0014] 本発明の鋼管は、例えば、ディーゼルエンジンの燃焼室に燃料を供給するといった用途に用いるのに好適である。この鋼管を使用すれば、燃焼室への燃料の噴射圧をより高くすることができるので、 CO_2 の排出を減少させながら黒煙の排出量も低減することが可能になる。

発明を実施するための最良の形態

[0015] 本発明の燃料噴射管用鋼管とは、燃料を噴射することによる圧力をその内面に繰り返し受ける鋼管のことをいう。鋼管内面には、短時間に極めて高い圧力がかかる場合や、常時高い圧力が作用し、かつ、この圧力が変動する場合がある。したがって、その衝撃による材料の疲労は極めて大きい。本発明の燃料噴射管用鋼管は、このような用途にも十分耐え得る疲労特性を有する。

[0016] 本発明の燃料噴射管用鋼管が用いられる例として、蓄圧式燃料噴射システムを採用したディーゼルエンジンにおける燃料ポンプからコモンレール間、コモンレールから噴射ノズル間に配管されて燃料を導く鋼管が挙げられる。

[0017] ディーゼルエンジンでは、前述のように黒煙の発生を抑えるため、燃料噴射は極めて高い圧力で行う必要があり、燃料噴射管用鋼管の内面はその圧力に耐えられるものでなければならない。本発明の鋼管は、高い内圧がかかるディーゼルエンジンに

用いられる燃料噴射管用鋼管として開発されたものであるが、直接噴射型ガソリンエンジンなどの燃料噴射管用鋼管などにも使用することができるというまでもない。

[0018] 本発明の燃料噴射管用鋼管は、その鋼管材料の引張強度が $500\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であることが必要である。前述のように、燃料噴射管用鋼管には高い内圧がかかるため、鋼管材料は、一定以上の引張強度を有していなければならない。本発明の燃料噴射管用鋼管の引張強度を $500\text{N}/\text{mm}^2$ 以上と規定したのは、この値が高压化した燃料によって鋼管の内側にかかる圧力に十分耐えうる引張強度であるとともに、 $500\text{N}/\text{mm}^2$ の引張強度を境に疲労破壊の破損形態が異なるからである。

[0019] 上記の破損形態については、後述する実施例の欄で具体例を挙げて詳述するが、引張強度が $500\text{N}/\text{mm}^2$ 以上では、引張強度がほぼ同等のとき、破損形態によって限界内圧の大小が決定される。破損形態が介在物を起点にするものである場合には、限界内圧は引張強度に比して大きくならない。本発明では、他の要件を満たすことで限界内圧を引張強度に比して大きくすることができる。

[0020] 本発明の燃料噴射管用鋼管は、鋼管の内表面付近に存在する非金属介在物の最大径が $20\mu\text{m}$ 以下であることが必要である。非金属介在物とは、JIS G0202の「鉄鋼用語」の中の3131に定義される介在物である。非金属介在物の析出は、鋼管の組成や製造方法によって決定されるが、その析出の有無は、JIS G0555に規定される鋼の非金属介在物の顕微鏡試験方法に沿って、鋼管断面を切り出して研磨した後、光学顕微鏡で研磨面を観察することで確認できる。

[0021] そして、本発明の燃料噴射管用鋼管では、多数析出する非金属介在物のうち、大きい非金属介在物の直径、すなわち最大径が $20\mu\text{m}$ 以下でなければならない。非金属介在物の最大径が $20\mu\text{m}$ を超えると、疲労破壊の形態が変わり、その最大径が $20\mu\text{m}$ を超える非金属介在物が疲労破壊の起点となり、疲労強度、即ち、限界内圧が低下するからである。

[0022] 非金属介在物は必ずしも球状で存在しているとは限らない。そのため、非金属介在物の最大径は、介在物の長径相当長さを L 、短径相当長さを S として、最大径 $= (L + S) / 2$ と定義する。また、非金属介在物の最大径は、少なくとも高い圧力のかかる鋼管の内表面から $20\mu\text{m}$ までの深さで、その最大径が $20\mu\text{m}$ 以下であればよく、そ

れ以外の部分では非金属介在物の最大径が $20\mu\text{m}$ を超えていても疲労破壊の起点にはならない。

[0023] A系介在物の最大径を小さくするには、鋼管に含まれるSを0.01質量%以下にすればよい。B系介在物の最大径を小さくするには、鋳込み時の鋳片の断面積を大きくすればよい。鋳込み後、凝固するまでの間に大きな介在物は浮上するからである。鋳込み時の鋳片の断面積は $200,000\text{mm}^2$ 以上であることが望ましい。

[0024] C系介在物の最大径を小さくするには、鋼管に含まれるCa含有量を低減させればよい。そのために、本発明の燃料噴射用鋼管に含まれるCaは、0.001質量%以下とする。CaにはC系介在物を凝集させる作用があるので、Ca含有量を制限することでC系介在物が大きくならないようにすることができ、C系介在物の悪影響を回避することができる。

[0025] なお、A系、B系、C系のいずれの系であるかを問わず、鋳造速度を遅くすることにより(例えば、連続鋳造においては鋳込み速度 $0.5\text{m}/\text{分}$ で実施できる。)、軽い非金属介在物をスラグとして浮上させて鋼中の非金属介在物そのものを減少させることができる。

[0026] 本発明の燃料噴射管用鋼管は、C、SiおよびMnを含有する。以下に、本発明の燃料噴射管用鋼管に含有されるこれらの元素の作用および含有量の限定理由について説明する。なお、含有量についての%は、すべて質量%を意味する。

[0027] C:0.12~0.27%

Cは、鋼管材料の強度を向上させるために含有させることが好ましい。強度を向上させるには、C含有量を0.12%以上とすることが必要である。しかし、C含有量が0.27%を超えると、加工性が低下し、鋼管に成形することが困難になる。C含有量は0.12~0.2%であることがより好ましい。

[0028] Si:0.05~0.40%

Siは、鋼管材料の脱酸のために含有させることが好ましい。脱酸の効果を確実にするためには、Si含有量を0.05%以上とすることが必要である。しかし、Si含有量が0.40%を超えると、靱性の低下を招くことがある。

[0029] Mn:0.8~2.0%

Mnは、鋼管材料の強度を向上させるため含有させることが好ましい。強度を向上させるには、Mn含有量を0.8%以上とすることが必要である。しかし、Mn含有量が2.0%を超えると、偏析を助長し、靱性が劣化することがある。

[0030] 本発明の鋼管の一つは、上記の成分のほか、残部がFeと不純物からなるものである。ただし、不純物中のCaは、前記のとおり0.001%以下にする必要があり、また、PおよびSは下記のように規制しなければならない。

[0031] P:0.02%以下、S:0.01%以下

PおよびSはともに熱間加工性および靱性に悪影響を及ぼす不純物元素であるため、PおよびSの含有量は低いほど好ましい。P含有量およびS含有量がそれぞれ0.02%、0.01%を超える場合には、熱間加工性および靱性が著しく悪くなる。

[0032] 本発明の鋼管の他の一つは、上記の成分に加えて以下に述べる成分の1種または2種以上を含有するものである。

[0033] Cr:1%以下

Crは、積極的に含有させる必要はないが、焼入れ性および耐摩耗性を向上させる効果を有するので含有させることが好ましい。これらの効果を得るには、Cr含有量を0.3%以上とすることが好ましい。しかし、Cr含有量が1%を超えると、ベイナイトが大量に発生し靱性が低下する。

[0034] Mo:1%以下

Moも、積極的に含有させる必要はないが、焼入れ性を向上させる効果を有するとともに、靱性改善にも効果があるので含有させることが好ましい。これらの効果を得るには、0.03%以上含有させるのが望ましい。しかし、Mo含有量が1%を超えると、ベイナイトが大量に発生し靱性が低下する。

[0035] Ti:0.04%以下

Tiは、積極的に含有させる必要はないが、強度および靱性を向上させる効果があるため含有させることが好ましい。これらの効果を得るには、Ti含有量を0.005%以上とすることが望ましい。しかし、Ti含有量が0.04%を超えると、窒素化合物の介在物が鋼管中に形成され、靱性が低下する。なお、Ti含有量は0.01~0.04%とすることがより好ましい。

[0036] Nb:0.04%以下

Nbも、積極的に含有させる必要はないが、強度および靱性を向上させる効果があるため含有させることが好ましい。これらの効果を得るには、Nb含有量を0.005%以上とすることが望ましい。しかし、Nb含有量が0.04%を超えると、窒素化合物の介在物が鋼管中に形成され、靱性が低下する。なお、Nb含有量は0.01～0.04%とすることがより好ましい。

[0037] V:0.1%以下

Vも、積極的に含有させる必要はないが、強度を向上させる効果があるため含有させることが好ましい。これらの効果を得るには、V含有量を0.01%以上とすることが望ましい。しかし、V含有量が0.1%を超えると、靱性が低下する。

実施例

[0038] 本発明の効果を確かめるために、表1に示す化学組成の10個の供試材を作製した。各供試材は、表2に示すと通りの鑄込み速度と鑄込み時の鑄片断面積でもって連続鑄造し、マンネスマン穿孔圧延、マンドレルミルでの延伸圧延、ストレッチレデュサーでの定径圧延を経て、外径34mm、内径25mmの寸法に熱間製管した。この熱間製管された素管を抽伸するために、まず素管先端を口絞りし、潤滑剤を塗布した。続いて、ダイスとプラグを用いて引抜加工を行い、徐々に管径を縮小し、管内面を切削、研磨した後、仕上工程として、縮径加工を実施して、外径6.4mm、内径3.0mmの鋼管にした。そして、最終工程として、これらの鋼管を1000℃に温度制御された焼鈍炉に装入して20分間保持した後、放冷する熱処理を行った。

[0039] [表1]

表 1

供試材 No.	化学組成（質量％、残部・Feと不純物）											区分
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	Nb	V	Ca	
1	0.17	0.31	1.38	0.014	0.005	0.06	0.01	0.020	—	0.07	0.0027	比較例
2	0.17	0.31	1.38	0.014	0.005	0.06	0.01	0.020	—	0.07	0.0003	本発明例
3	0.18	0.30	1.40	0.013	0.006	0.08	0.02	0.007	—	0.08	0.0032	比較例
4	0.18	0.30	1.40	0.013	0.006	0.08	0.02	0.007	—	0.08	0.0008	本発明例
5	0.19	0.32	1.36	0.016	0.006	0.05	0.19	0.018	0.033	0.06	0.0027	比較例
6	0.19	0.32	1.36	0.016	0.006	0.05	0.19	0.018	0.033	0.06	0.0001	本発明例
7	0.11	0.19	0.61	0.009	0.002	0.02	—	—	—	—	0.0030	比較例
8	0.11	0.23	0.64	0.015	0.005	0.01	—	—	—	—	0.0035	比較例
9	0.19	0.25	1.31	0.011	0.013	0.04	0.19	0.020	0.030	0.06	0.0002	比較例
10	0.19	0.25	1.31	0.011	0.013	0.04	0.19	0.020	0.030	0.06	0.0012	比較例

[0040] [表2]

表2

供試 材No.	区分	錆込み 速度(m/分)	錆込み 断面積(mm ²)	介在物の最大径(μm)			引張強度 (N/mm ²)	限界内圧 (MPa)	破 壊 状 態
				A系	B系	C系			
1	比較例	2.3	28,000	—	18	33	560	220	C系介在物を起点として管内面から疲労破壊
2	本発明例	0.5	220,000	—	9	18	549	200	管内面から疲労破壊
3	比較例	2.3	28,000	1	22	32	637	210	C系介在物を起点として管内面から疲労破壊
4	本発明例	0.5	220,000	2	5	11	641	235	管内面から疲労破壊
5	比較例	2.3	28,000	—	25	38	720	230	C系介在物を起点として管内面から疲労破壊
6	本発明例	0.5	220,000	—	7	9	724	255	管内面から疲労破壊
7	比較例	0.5	220,000	—	—	12	410	160	管内面から疲労破壊
8	比較例	2.3	28,000	—	20	40	412	150	管内面から疲労破壊
9	比較例	0.5	220,000	25	6	7	711	210	A系介在物を起点として管内面から疲労破壊
10	比較例	2.3	28,000	2	30	15	721	215	B系介在物を起点として管内面から疲労破壊

[0041] 上記のそれぞれの供試材の一部をサンプルとして切り取り、そのサンプルをJISに11号試験片として規格される引張試験の試験片の大きさに加工し、引張試験を行った

。また、同サンプルについて鋼管の内表面から深さ $20\mu\text{m}$ までの範囲に当たる部分を光学顕微鏡にて観察し、析出した介在物の調査を行った。

[0042] 表2に各供試材の引張強度と介在物の最大径を示す。表2の各番号は、表1の各番号に対応する。供試材No.1、3、5はそれぞれ供試材No.2、4、6に比べ、Caを多く含有するものである。表2から、供試材No.1と2、3と4、5と6はそれぞれ引張強度がほぼ同じであるが、Ca含有量が多い供試材No.1、3、5は、それぞれ供試材No.2、4、6に比べて、C系介在物の最大径が大きいことがわかる。また、供試材No.9はA系介在物の最大径が大きく、供試材No.10はB系介在物の最大径が大きい。

[0043] さらに、各供試材に対し、鋼管の内側に圧力をかけ疲労試験を行った。疲労試験では、最低内圧を18MPaとし、時間に対して正弦波をとる荷重条件で圧力を印加し、繰り返し回数が 10^7 回になっても破壊が起こらない最大内圧を限界内圧とした。そして、破壊が起こったものに対しては、その破壊された部分の状態を光学顕微鏡で確認した。

[0044] 表2に各供試材の限界内圧と破壊状態を示す。ここでも、Ca含有量が多い供試材No.1、3、5は、それぞれ供試材No.2、4、6に比べて限界内圧が低い。そして、その破壊状態は、それぞれ圧力の最もかかる鋼管内面から疲労破壊が起こっていたが、供試材No.1、3、5では、供試材No.2、4、6と異なり、鋼管の内表面から深さ $20\mu\text{m}$ までの範囲内に存在するC系介在物を起点として破壊が起こっている。また、供試材No.9では鋼管の内表面から深さ $20\mu\text{m}$ までの範囲内に存在するA系介在物を起点として、供試材10では同じく鋼管の内表面から深さ $20\mu\text{m}$ までの範囲内に存在するB系介在物を起点として、疲労破壊が生じている。

[0045] 以上の試験結果から明らかなように、ほぼ同じ引張強度を有する供試材では、非金属介在物の最大径を小さく抑えることで、介在物を起点とする疲労破壊を回避でき、限界内圧を高めることができる。

産業上の利用可能性

[0046] 本発明の燃料噴射管用鋼管では内表面付近に存在する非金属介在物を起点とした疲労破壊を防止できるので、限界内圧を高くすることが可能となる。したがって、この燃料噴射管用鋼管をディーゼルエンジンの燃焼室に燃料を供給する鋼管に用い

れば、燃焼室への燃料の噴射圧を十分高くしても、疲労が起こらない。

請求の範囲

- [1] 質量%で、C:0.12~0.27%、Si:0.05~0.40%およびMn:0.8~2.0%を含有し、残部はFeおよびその他不純物からなり、不純物中のCaが0.001%以下、Pが0.02%以下、Sが0.01%以下であり、引張強度が 500N/mm^2 以上の鋼管であつて、少なくとも鋼管の内表面から $20\mu\text{m}$ までの深さに存在する非金属介在物の最大径が $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする燃料噴射管用鋼管。
- [2] Feの一部に代えて、Cr:1%以下、Mo:1%以下、Ti: 0.04%以下、Nb:0.04%以下およびV:0.1%以下のうちの1種または2種以上を含有する請求項1に記載の燃料噴射管用鋼管。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057949

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C38/00(2006.01)i, C22C38/38(2006.01)i, F02M55/02(2006.01)i, F16L9/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C1/00-49/14, F02M55/02, F16L9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2007-031765 A (San'ō Kogyo Kabushiki Kaisha), 08 February, 2007 (08.02.07), Claims; Par. Nos. [0006], [0009], [0029]; Fig. 3 (Family: none)	1, 2
A	JP 09-057329 A (NKK Corp.), 04 March, 1997 (04.03.97), Par. No. [0002] (Family: none)	1, 2
A	JP 08-309428 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 26 November, 1996 (26.11.96), Par. No. [0007] (Family: none)	1, 2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
09 May, 2007 (09.05.07)

Date of mailing of the international search report
22 May, 2007 (22.05.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/057949

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 07-102317 A (Sanyo Special Steel Co., Ltd.), 18 April, 1995 (18.04.95), Claims; Par. No. [0007] (Family: none)	1, 2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C38/00(2006.01)i, C22C38/38(2006.01)i, F02M55/02(2006.01)i, F16L9/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C1/00-49/14, F02M55/02, F16L9/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 7 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 7 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 7 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	JP 2007-031765 A（三桜工業株式会社）2007.02.08, 特許請求の範囲、【0006】、【0009】、【0029】、【図3】 （ファミリーなし）	1, 2
A	JP 09-057329 A（日本鋼管株式会社）1997.03.04, 【0002】（ファミリーなし）	1, 2
A	JP 08-309428 A（住友金属工業株式会社）1996.11.26, 【0007】（ファミリーなし）	1, 2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 5 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 5 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

河野 一夫

4 K

9 8 3 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 07-102317 A (山陽特殊製鋼株式会社) 1995. 04. 18, 特許請求の範囲、【0 0 0 7】 (ファミリーなし)	1, 2