

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年7月27日(27.07.2017)



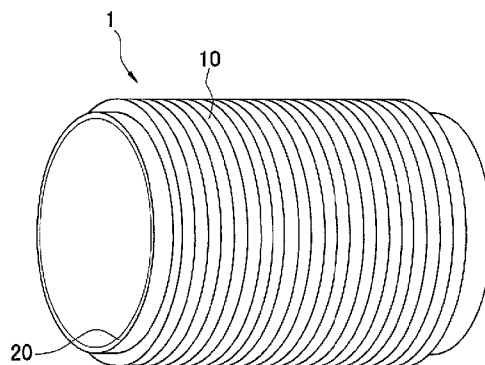
(10) 国際公開番号

WO 2017/126597 A1

- (51) 国際特許分類:
B65H 75/10 (2006.01) *F16L 11/04* (2006.01)
B65H 75/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/001716
- (22) 国際出願日: 2017年1月19日(19.01.2017)
- (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 2016-007857 2016年1月19日(19.01.2016) JP
- (71) 出願人: ダイキン工業株式会社(DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号梅田センタービル Osaka (JP).
- (72) 発明者: 劉 継紅(LIU, Jihong). 今村 均(IM-AMURA, Hitoshi). 下野 武司(SHIMONO, Takeshi).
- (74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町1丁目4番19号 サウスホレストビル Osaka (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: COILING STRUCTURE FOR RESIN PIPE, METHOD FOR PRODUCING COILING STRUCTURE, METHOD FOR LAYING DOWN RESIN PIPE, AND RESIN PIPE

(54) 発明の名称: 樹脂配管の巻き取り構造体、巻き取り構造体の製造方法、樹脂配管の敷設方法、および、樹脂配管



(57) Abstract: Provided are: a coiling structure for resin pipe, which can be loaded and transported on a vehicle in a coiled state while suppressing permanent deformation; a method for producing a coiling structure; a method for laying down a resin pipe; and a resin pipe. The present invention pertains to a coiling structure which is for a resin pipe, which is composed of a material having a yield stress (MPa) / elastic modulus (MPa) ratio of 0.010-0.050, and which has an outer diameter of 50.0-130.0 mm and a thickness of 2.0-15.0 mm, wherein the following relations are satisfied: 3500.0 mm $\geq$ the maximum width (mm) of the outer periphery of the coiling structure; and the minimum width (mm) of the inner periphery of the coiling structure $\geq 0.62 \times$ outer diameter of resin pipe $\div$ (yield stress / elastic modulus).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/126597 A1



永久変形を抑制させつつ巻き取られた状態で車両に積載させて運搬することが可能な樹脂配管の巻き取り構造体、巻き取り構造体の製造方法、樹脂配管の敷設方法、および、樹脂配管を提供する。降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比が0.010以上0.050以下の材料で構成されており、外径が50.0mm以上130.0mm以下であって、厚みが2.0mm以上15.0mm以下である樹脂配管の巻き取り構造体であって、 $3500.0\text{mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.62 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ の関係を満たしている。

明 細 書

発明の名称：

樹脂配管の巻き取り構造体、巻き取り構造体の製造方法、樹脂配管の敷設方法、および、樹脂配管

技術分野

[0001] 本発明は、樹脂配管の巻き取り構造体に関する。

背景技術

[0002] 従来より、内部に液体を流すための樹脂で構成された配管が用いられている。

[0003] 例えば、特許文献1（特開昭63-274529号公報）に記載の例では、内部に化学薬品を流すためのフッ素樹脂配管の接続方法が提案されている。また、特許文献2（特開2009-154505号公報）には、耐薬液性に優れたフッ素樹脂を内層に使用した多層配管が提案されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] このような樹脂配管は、従来では、外径が50mm以上の樹脂配管としては長さがせいぜい3m程度しかなく、この3mの長さの直管を、トラックに複数本積載して敷設現地まで輸送している。そして、現地では、各3mの長さの配管同士を溶接により接続するか、フランジ継手等の継手を用いて接続することにより、所望の長さの配管を組み上げている。

[0005] ところが、樹脂配管の中に流す流体の漏洩を抑制するためには、樹脂配管同士の接続箇所が少ないことが好ましい。すなわち、1本の樹脂配管で（接続箇所無しで）液体をできるだけ長距離輸送させることが好ましい。

[0006] しかし、樹脂配管をトラック等に積載させて敷設現地まで輸送する場合には、1本当たりの直管の樹脂配管の長さは、トラック等の積載可能空間の大きさの制約を受けることになる。

[0007] そこで、例えば、樹脂配管をリール等に巻き取られた状態にして、もしくは

は、リール無しに樹脂配管を巻き取った状態にして、トラック等の積載空間に積載させることが考えられる。

[0008] ところが、樹脂配管の外径が50.0mm以上の大口径であり、樹脂配管の厚みが2.0mm以上である場合には、巻き取られた状態では樹脂配管に永久変形（巻き癖）が生じてしまい、敷設現地において元の直管に戻すことが困難になることがある。

[0009] 本発明の課題は、上述した点に鑑みてなされたものであり、永久変形を抑制させつつ巻き取られた状態で車両に積載させて運搬することが可能な樹脂配管の巻き取り構造体、巻き取り構造体の製造方法、樹脂配管の敷設方法、および、樹脂配管を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 第1観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体は、樹脂配管が、降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比が0.010以上0.050以下の材料で構成されている。この樹脂配管は、外径が50.0mm以上130.0mm以下である。また、この樹脂配管は、厚みが2.0mm以上15.0mm以下である。この樹脂配管の巻き取り構造体は、降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比および樹脂配管の外径に対する巻き取り構造体の外周および内周の関係が、 $3500.0\text{mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.62 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ を満たしている。

[0011] なお、弾性率は、ヤング率と称する場合がある。

[0012] なお、樹脂配管は、降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比が0.02以上0.042以下の材料で構成されていてもよい。この樹脂配管の外径は、50.8mm以上127.0mm以下であってもよい。この樹脂配管の厚みは、2.0mm以上10.0mm以下であってもよい。また、樹脂配管の巻き取り構造体は、 $3000.0\text{mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ の関係をさらに満たしているものであってもよい。

[0013] なお、樹脂配管の巻き取り構造体においては、巻き取られている樹脂配管

において座屈（折れ曲がり）等が生じていないことが好ましいが、相当塑性ひずみを 1.0%以下に抑えることができればよく、座屈を生じさせないことは必須条件ではない。

[0014] この樹脂配管の巻き取り構造体では、相当塑性ひずみを 1.0%以下に抑えつつ、巻き取られた状態で車両に積載させて運搬することが可能になる。

[0015] 第2観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体は、第1観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体であって、降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比および樹脂配管の外径に対する巻き取り構造体の外周および内周の関係が、 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.79 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ を満たしている。

[0016] また、樹脂配管の巻き取り構造体は、 $3000.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ の関係をさらに満たしているものであってもよい。

[0017] なお、樹脂配管の巻き取り構造体においては、巻き取られている樹脂配管において座屈（折れ曲がり）等が生じていないことが好ましいが、相当塑性ひずみを 0.5%以下に抑えることができればよく、座屈を生じさせないことは必須条件ではない。

[0018] この樹脂配管の巻き取り構造体では、相当塑性ひずみを 0.5%以下に抑えつつ、巻き取られた状態で車両に積載させて運搬することが可能になる。

[0019] 第3観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体は、第1観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体であって、降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比および樹脂配管の外径に対する巻き取り構造体の外周および内周の関係が、 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 1.025 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ を満たしている。

[0020] また、樹脂配管の巻き取り構造体は、 $3000.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ の関係をさらに満たしているものであってもよい。

[0021] なお、樹脂配管の巻き取り構造体においては、巻き取られている樹脂配管

において座屈（折れ曲がり）等が生じていないことが好ましいが、相当塑性ひずみを実質的に0.0%以下に抑えることができればよく、座屈を生じさせないことは必須条件ではない。

[0022] この樹脂配管の巻き取り構造体では、相当塑性ひずみを実質的に0.0%以下に抑えつつ、巻き取られた状態で車両に積載させて運搬することが可能になる。

[0023] 第4観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体は、第1観点から第3観点のいずれかに係る樹脂配管の巻き取り構造体であって、樹脂配管は、フッ素樹脂を含んで構成されている。

[0024] このフッ素樹脂としては、例えば、PFA（テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体）、FEP（テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体）、ETFE（テトラフルオロエチレン・エチレン共重合体）、PVDF（ポリフッ化ビニリデン）、PCTFE（ポリクロロトリフルオロエチレン）、ECTFE（エチレン・クロロトリフルオロエチレン共重合体）からなる群より選択ECTFE（エチレン・クロロトリフルオロエチレン共重合体）、THV（テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、ビニリデンフロライドの3種類のモノマーからなる熱可塑性のフッ素樹脂）からなる群より選択される1種または2種以上を用いることができる。

[0025] この樹脂配管の巻き取り構造体では、樹脂配管がフッ素樹脂を含んで構成されているため、耐薬品性に優れる。

[0026] 第5観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体は、第4観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体であって、樹脂配管は、60質量%以上がPFAで構成されている。

[0027] 第6観点に係る巻き取り構造体の製造方法は、降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比が0.010以上0.050以下の材料で構成されており、外径が50.0mm以上130.0mm以下で、厚みが2.0mm以上15.0mm以下である樹脂配管を押出成形しながら巻き取ることで巻き取り

構造体を製造する方法である。降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比および樹脂配管の外径に対する巻き取り構造体の外周および内周の関係が、 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅（mm）}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅（mm）} \geq 0.62 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ を満たすように樹脂配管を巻き取る。

[0028] この巻き取り構造体の製造方法では、樹脂配管を押出成形しながら巻き取ることで巻き取り構造体を製造する。ここで、特に限定されないが、例えば、樹脂配管が押し出される出口から巻き取りが行われる箇所までの距離は10m以下とすることができる。

[0029] このように、この巻き取り構造体の製造方法では、相当塑性ひずみを1.0%以下に抑えつつ、巻き取られた状態で車両に積載させて運搬することが可能な巻き取り構造体を製造するのに必要なスペースを、押し出しと巻き取りを同時に行うことで狭小化させることができる。

[0030] 第7観点に係る樹脂配管の敷設方法は、第1観点から第5観点のいずれかの巻き取り構造体または第6観点の製造方法によって得られる巻き取り構造体を、樹脂配管を敷設する現地において解く。

[0031] この樹脂配管の敷設方法では、巻き取り構造体を敷設地まで運んで敷設地で解くことができるため、巻き取り構造体の製造地と樹脂配管の敷設地とが離れて存在している場合であっても、樹脂配管を敷設することが可能になる。

[0032] 第8観点に係る樹脂配管の敷設方法は、第1観点から第5観点のいずれかの巻き取り構造体または第6観点の製造方法によって得られる巻き取り構造体を複数用意し、樹脂配管を敷設する現地において複数の巻き取り構造体を解き、巻き取り構造体を解くことで得られる複数の樹脂配管を互いに接続することで、継ぎ目の間隔を6m以上の樹脂配管を敷設する。

[0033] この樹脂配管の敷設方法では、継ぎ目の間隔を長くすることができるため、継ぎ目の数を少なく抑え、継ぎ目からの漏れを抑制させることが可能になる。

[0034] 第9観点に係る樹脂配管は、降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比が0.010以上0.050以下の材料で構成されており、外径が50.0mm以上130.0mm以下で、厚みが2.0mm以上15.0mm以下で、長手方向の長さが6m以上である。

[0035] この樹脂配管は、特定の性質および形状を有しているため、巻き付けられた状態として車両に積載させて運搬した場合であっても相当塑性ひずみを1.0%以下に抑えることが可能になる。また、複数の樹脂配管同士を接続して用いる場合であっても、継ぎ目の間隔を十分に長くすることができるため、継ぎ目の数を少なく抑え、継ぎ目からの漏れを抑制させることが可能になる。

発明の効果

[0036] 第1観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体では、相当塑性ひずみを1.0%以下に抑えつつ、巻き付けられた状態で車両に積載させて運搬することが可能になる。

[0037] 第2観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体では、相当塑性ひずみを0.5%以下に抑えつつ、巻き付けられた状態で車両に積載させて運搬することが可能になる。

[0038] 第3観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体では、相当塑性ひずみを実質的に0.0%以下に抑えつつ、巻き付けられた状態で車両に積載させて運搬することが可能になる。

[0039] 第4、5観点に係る樹脂配管の巻き取り構造体では、耐薬品性に優れる。

[0040] 第6観点に係る巻き取り構造体の製造方法では、製造に必要なスペースを狭小化させることができる。

[0041] 第7観点に係る樹脂配管の敷設方法では、巻き取り構造体の製造地と樹脂配管の敷設地とが離れて存在している場合であっても、樹脂配管を敷設することが可能になる。

[0042] 第8観点に係る樹脂配管の敷設方法では、継ぎ目の数を少なく抑え、継ぎ目からの漏れを抑制させることが可能になる。

[0043] 第9観点に係る樹脂配管では、複数の樹脂配管同士を接続して用いる場合であっても、継ぎ目の数を少なく抑え、継ぎ目からの漏れを抑制させることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0044] [図1]本発明の一実施形態に係る樹脂配管の巻き取り構造体について、リールに巻き付けられた状態の例を示す概略外観斜視図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る樹脂配管の巻き取り構造体について、リールから分離された状態の例を示す概略外観斜視図である。

[図3]樹脂配管が巻き取られる様子の一例を示す軸方向視概略図である。

[図4]樹脂配管の巻き取り構造体が車両に積載されている様子の一例を示す概略外観斜視図である。

[図5]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が50.8mm、厚みが2.6mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図6]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が50.8mm、厚みが2.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図7]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が63.5mm、厚みが3.1mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図8]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が63.5mm、厚みが3.1mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図9]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が76.2mm、厚みが3.6mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図10]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が76.2mm、厚みが3.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図11]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が88.9mm、厚みが4.1mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

。

[図12]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が88.9mm、厚みが4.1mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図13]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が101.6mm、厚みが4.6mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図14]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が101.6mm、厚みが4.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図15]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が114.3mm、厚みが5.1mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図16]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が114.3mm、厚みが5.1mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図17]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が127.0mm、厚みが5.6mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図18]降伏ひずみが2.05%、樹脂配管の外径が127.0mm、厚みが5.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図19]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が50.8mm、厚みが2.6mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図20]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が50.8mm、厚みが2.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図21]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が63.5mm、厚みが3.1mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図22]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が63.5mm、厚みが3.1mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図23]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が76.2mm、厚みが3.6mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図24]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が76.2mm、厚みが3.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図25]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が88.9mm、厚みが4.1mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図26]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が88.9mm、厚みが4.1mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図27]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が101.6mm、厚みが4.6mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図28]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が101.6mm、厚みが4.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図29]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が114.3mm、厚みが5.1mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図30]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が114.3mm、厚みが

5. 1 mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図31]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が127.0 mm、厚みが5.6 mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図32]降伏ひずみが3.08%、樹脂配管の外径が127.0 mm、厚みが5.6 mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図33]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が50.8 mm、厚みが2.6 mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図34]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が50.8 mm、厚みが2.6 mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図35]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が63.5 mm、厚みが3.1 mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図36]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が63.5 mm、厚みが3.1 mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図37]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が76.2 mm、厚みが3.6 mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図38]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が76.2 mm、厚みが3.6 mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図39]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が88.9 mm、厚みが4.1 mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

。

[図40]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が88.9mm、厚みが4.1mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図41]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が101.6mm、厚みが4.6mmである場合のリール径と相当塑性ひずみの関係を示すグラフである。

[図42]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が101.6mm、厚みが4.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図43]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が114.3mm、厚みが5.1mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図44]降伏ひずみが4.10%、樹脂配管の外径が127.0mm、厚みが5.6mmである場合のリール径と巻き取りモーメントの関係を示すグラフである。

[図45]降伏ひずみ毎の、「樹脂配管の外径／樹脂配管の厚み」に対する座屈が生じない最小リール径の関係を示すグラフである。

[図46]降伏ひずみが2.05%の場合における、相当塑性ひずみ(%)別の樹脂配管の外径とリール径との関係を示すグラフである。

[図47]降伏ひずみが3.08%の場合における、相当塑性ひずみ(%)別の樹脂配管の外径とリール径との関係を示すグラフである。

[図48]降伏ひずみが4.10%の場合における、相当塑性ひずみ(%)別の樹脂配管の外径とリール径との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0045] 以下、一実施形態を例に挙げて説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0046] (1) 樹脂配管の巻き取り構造体の全体構成

樹脂配管の巻き取り構造体は、樹脂配管が、降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比が0.010以上0.050以下の材料で構成されている。この樹脂配管は、外径が50.0mm以上130.0mm以下である。また、この樹脂配管は、厚みが2.0mm以上15.0mm以下である。この樹脂配管の巻き取り構造体は、降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比および樹脂配管の外径に対する巻き取り構造体の外周および内周の関係が、 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.62 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ を満たしている。この樹脂配管の巻き取り構造体によれば、相当塑性ひずみを1.0%以下に抑えつつ、巻き取られた状態でトラック等に積載して輸送することが可能になる。

[0047] 樹脂配管の巻き取り構造体は、樹脂配管がコイル状に巻き取られたものであり、内側にリールを有していても有していなくてもよい。また、巻き取り構造体が発リールを有している場合には、そのリールが軸方向の両端において径方向に広がった鰐を有していてもよいし、このような鰐を有していなくてもよい。また、樹脂配管の巻き取り構造体は、径方向に一重となるように巻き取られていてもよいし、径方向に二重以上に重なるようにして巻き取られていてもよい。

[0048] なお、樹脂配管の巻き取り構造体は、相当塑性ひずみを0.5%以下に抑えることができる観点から、 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.79 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ を満たしていることが好ましい。

[0049] さらに、樹脂配管の巻き取り構造体は、相当塑性ひずみを実質的に0.0%以下に抑えることができる観点から、 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 1.025 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ を満たしていることがより好ましい。

[0050] 樹脂配管の巻き取り構造体は、積載に必要なスペースをより小さくするこ

とができることから、 $3000.0\text{ mm} \geq$ 巻き取り構造体の外周の最大幅（ mm ）の関係をさらに満たしているものであることが好ましい。

[0051] (2) 樹脂配管の材料

巻き取り構造体を構成する樹脂配管の材料（樹脂材料）は、降伏応力（ MPa ）／弾性率（ MPa ）の比が 0.010 以上 0.050 以下の材料で構成されている。

[0052] 樹脂材料の降伏応力（ MPa ）／弾性率（ MPa ）の比は、 0.010 以上 0.050 以下（すなわち、降伏ひずみが 1.0% 以上 5.0% 以下）であり、好ましくは 0.017 以上 0.042 以下（すなわち、降伏ひずみが 1.7% 以上 4.2% 以下）であり、より好ましくは 0.02 以上 0.042 以下（すなわち、降伏ひずみが 2.0% 以上 4.2% 以下）である。

[0053] ここで、樹脂材料の弾性率（ヤング率）は、特に限定されないが、例えば、 300 MPa 以上 800 MPa 以下が好ましく、 350 MPa 以上 650 MPa 以下がより好ましく、 390 MPa がさらに好ましい。ここでの弾性率（ヤング率）は、ASTM D638-99に準じて引張試験して得られる値とし、具体的には、PFAについては、 350°C に設定された熱プレスにて圧縮成形された、 2 mm 厚の圧縮シートからASTM D638-99に記載のダンベル タイプVにて試験片を打ち抜き、ASTM D638-99に準じて引張試験を行い、A2.4に記載の方法で「ヤング率」を測定して得られる値である。なお、他の樹脂の測定においては、当該樹脂に適した温度（当業者に明らかな温度）で熱プレスされて測定され、一般に熱プレスされる代表的な温度は溶融させる時間によって $10\sim 20^\circ\text{C}$ 程度の差はあるが、PFAやFEPでは 350°C 、PCTFEは 265°C 、ETFEやECTFEは 300°C 、PVDFは 200°C の温度が溶融温度として適当である。加熱時間は金型サイズにより異なるが直径 120 mm で厚さ 2 mm サイズの円盤であれば $30\sim 40$ 分が適当である。

[0054] また、樹脂材料の降伏応力は、特に限定されないが、例えば、 7.0 MPa 以上 17.0 MPa 以下が好ましく、 8.0 MPa 以上 16.0 MPa 以

下がより好ましい。ここでの降伏応力は、ASTM D638-99に準じて引張試験して得られる値（A2.6に記載の方法で得られる値）である。

[0055] また、樹脂材料のポアソン比は、特に限定されないが、例えば、0.39以上0.49以下であることが好ましい。ここでのポアソン比は、JISK7181に準じて、測定温度23℃にて縦横歪ゲージの付いたインストロン1125型装置を使用し、ロードセル10ton、フルスケール200kg、クロスヘッド速度2mm/minにて圧縮成形試験片のポアソン比を測定して得られる値とする。

[0056] 樹脂材料は、樹脂であり、熱可塑性樹脂であることが好ましく、押出成形によって樹脂配管を製造可能なものであることが好ましく、降伏応力(MPa)/弾性率(MPa)の比が0.010以上0.050以下であれば特に限定されない。降伏応力/弾性率の比を0.010以上0.050以下とすることが可能な樹脂として、例えば、フッ素樹脂、PPS（ポリフェニレンサルファイド）、PEEK（ポリエーテルエーテルケトン）、ポリアセタール、ウレタン、硬質塩化ビニール、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ナイロン、ポリエチレン、エンジニアリングプラスチック類およびこれらの混合物を用いることができる。これらの樹脂には、例えば、さらに顔料が添加されていてもよい。

[0057] また、なかでも、強酸や有機溶剤等のような薬品に対する耐薬品性に優れ、内部に薬品を流す用途で利用しやすいという観点から、フッ素樹脂が好ましい。このようなフッ素樹脂としては、PFA（テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体）、FEP（テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体）、ETFE（テトラフルオロエチレン・エチレン共重合体）、PVDF（ポリフッ化ビニリデン）、PCTFE（ポリクロロトリフルオロエチレン）、ECTFE（エチレン・クロロトリフルオロエチレン共重合体）、THV（テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、ビニリデンフロライドの3種類のモノマーからなる熱可塑性のフッ素樹脂）からなる群より選択される1種または2種以上

を用いることができる。例えば、P F AとP T F Eの混合物の場合には、P T F Eの混合比が5 0 w t %以下であることが好ましい。また、例えば、F E PとP T F Eの混合物の場合には、P T F Eの混合比は5 0 w t %以下であることが好ましい。なお、フッ素樹脂としては、ガスバリアー性に優れたものを用いることがより好ましい。フッ素樹脂のなかでも、P F Aを含有するものが好ましく、P F Aの含有率が6 0 質量%以上であることが好ましく、9 0 質量%以上であることがより好ましい。なお、P P Sとしては、例えば、ヤング率が3 3 0 0 M P a、ポアソン比が0. 4 0、降伏応力が9 7 M P aのものがある。

[0058] このような樹脂材料は、上述の樹脂材料の条件を満たすものを適宜商業的に入手してもよいし、原料を用いて製造することで得るようにしてもよい。

[0059] 商業的に入手可能な樹脂としては、特に限定されないが、例えば、以下のものが挙げられる。

[0060] P F A : ダイキン工業社製 ネオフロンP F A A P - 2 3 0 (M F R (メルトフローレート) = 2 g / 1 0 m i n、成形方法は押出成形、ヤング率 (= 弾性率、以下同様) が3 9 0 M P a、ポアソン比が0. 4 5、降伏応力が8. 0 M P a)

P F A : ダイキン工業社製 ネオフロンP F A A P - 2 1 0 (M F R = 1 2 g / 1 0 m i n、成形方法が押出成形、ヤング率が3 9 0 M P a、ポアソン比が0. 4 7、降伏応力が8. 9 M P a)

F E P : ダイキン工業社製 ネオフロンF E P N P - 3 0 (成形方法が押出成形、ヤング率が3 4 0 M P a、ポアソン比が0. 4 8、降伏応力が1 2 M P a)

P V D F : ダイキン工業社製 ネオフロンP V D F V P - 8 3 5 (成形方法が押出成形、ヤング率が1 0 0 0 M P a、ポアソン比が0. 3 4、降伏応力が5 0 M P a)

P C T F E : ダイキン工業社製 ネオフロンP C T F E M - 3 0 0 P L (成形方法が押出成形、ヤング率が1 4 0 0 M P a、ポアソン比が0. 4 2

、降伏応力が41MPa)

ETFE: ダイキン工業社製 ネオフロンFTFE EP-541 (成形方法が押出成形、ヤング率が770MPa、ポアソン比が0.42、降伏応力が25MPa)

ECTFE: Solvay Solexis社製 商品名Halar (ヤング率が1600MPa、ポアソン比が0.42、降伏応力が28MPa)

[0061] (3) 樹脂配管の形状および寸法

巻き取り構造体を構成する樹脂配管の外径は、50.0mm以上130.0mm以下であり、好ましくは50.8mm以上127.0mm以下である。

[0062] また、巻き取り構造体を構成する樹脂配管の厚みは、2.0mm以上15.0mm以下であり、好ましくは2.0mm以上10.0mm以下である。なお、樹脂配管の厚みは、特に限定されないが、例えば、樹脂配管の外径の30%以下とすることができ、より好ましくは樹脂配管の外径の15%以下とすることができ、さらに好ましくは樹脂配管の外径の8%以下とすることができ、これにより、巻き取りに必要なモーメントが大きくなりすぎることを避けることが可能になる。また、樹脂配管の厚みは、特に限定されないが、樹脂配管の外径の1.5%以上とすることができ、より好ましくは樹脂配管の外径の2.0%以上とすることができ、さらに好ましくは樹脂配管の外径の3.0%以上とすることができ、樹脂配管の厚みの下限としては、例えば、輸送される流体のポンプの最大圧力に対して安全率としての3倍を乗じて得られる圧力よりも、高い破壊圧力を保証できる厚みとすることができ、特に限定されないが、輸送される流体のポンプの最大圧力は0.7MPaとすることができ、

[0063] 巻き取られる対象である樹脂配管 (巻き取られる前の樹脂配管) の軸方向 (長手方向) の長さは、特に限定されないが、例えば、4m以上200m以下とすることができ、10m以上150m以下であることが好ましく、20m以上100m以下であることがさらに好ましい。

[0064] (4) 樹脂配管の用途

樹脂配管の用途としては、特に限定されず、例えば、塗装用塗料配管チューブ、食品搬送シート、飲料及び液体状食品輸送チューブ、液晶製造装置用または半導体製造装置用の薬液輸送用チューブ等が挙げられ、なかでも、塗装用塗料配管チューブ、飲料及び液体状食品輸送チューブ、薬液輸送用チューブ、製薬工場、製鉄工場の酸洗ライン、金属プラントのスラリー輸送配管、火力発電所のスラリー輸送配管であることが好ましい。なお、温泉水や熱水などの高温配管や、海洋水などの微生物の付着が懸念される配管等に用いられてもよい。海洋水を輸送する用途で用いられる場合において、樹脂配管の材料としてフッ素樹脂を用いる場合には、フジツボ等の海洋生物の付着を抑制することが可能になる。また、加圧された流体の輸送に用いられてもよい。

[0065] (5) 樹脂配管の巻き取りおよび巻き取り構造体の製造方法

樹脂配管の巻き取り構造体の作成作業は、特に限定されないが、押出成形によって得られた円筒形状の樹脂配管を軸方向に送り出しながら、リール等によって巻き取るようにしてもよい。ここで、リール等によって樹脂配管が巻き取られる際には、樹脂配管の降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比および樹脂配管の外径に対する巻き取り構造体の外周および内周の関係が、 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.62 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$ を満たすように巻き取りが行われる。

[0066] 例えば、図1の概略外観斜視図に示すように、樹脂配管の巻き取り構造体1は、リール20の外周に樹脂配管10が巻き付けられて構成されていてもよい。また、図2の概略外観斜視図に示すように、樹脂配管の巻き取り構造体1は、図1に示すようなリール20と一体化した状態ではなく、樹脂配管10が巻き取られて構成されていてもよい。トラック等の車両に積載される場合には、樹脂配管の巻き取り構造体1は、図1に示すようにリール20と一体化させたままで積載させてもよいし、図2に示すようにリール20とは

分離された状態で積載されてもよい。

[0067] なお、樹脂配管の巻き取りの際には、図3の軸方向視概略図に示すように、樹脂配管10は、リール20と巻き取り治具30とに挟まれた状態で巻き取り作業が行われてもよい。ここで、巻き取り治具30は、樹脂配管10をリール20側に押さえ付ける役割を果たすことができる。なお、特に限定されないが、樹脂配管10の巻き取り作業は、巻き取り治具30をリール20の軸心に対して公転させることで行われてもよいし、リール20と巻き取り治具30の位置は移動させずにそれぞれの軸心に対して自転させることで行われてもよい。ここで、巻き取り治具30のうち樹脂配管10と接触して樹脂配管10を押さえ付ける部分は、樹脂配管10に局所的な湾曲箇所を生じさせず相当塑性ひずみを小さく抑えるために、曲率がリール20の外周の曲率と同等以下であることが好ましい（巻き取り治具30が円筒形状である場合には、巻き取り治具30の曲率半径がリール20の曲率半径と同等以上であることが好ましい。）。

[0068] なお、樹脂配管の巻き取り構造体としては、樹脂配管が径方向において一重に巻き取られたものに限られず、巻き取り構造体の外周の最大幅（mm）が3500.0mm以下であれば、径方向に二重に巻き取られたものや、径方向に三重以上に巻き取られたものであってもよい。

[0069] なお、特に限定されないが、樹脂配管を押出成形しながら巻き取っていく場合には、押出成形される樹脂配管の押出機の出口とリールの軸心との距離は10m以下とすることができ、8m以下とすることが好ましく、6m以下とすることがより好ましい。このように距離を短くすることにより、押出成形と巻き取りを行うために必要なスペースを狭小化させることが可能になる。

[0070] また、押し出される樹脂配管の長さは、用途に応じた長さとする可以为きるため、特に限定されないが、例えば、6m以上とすることが好ましく、10m以上とすることがより好ましく、20m以上とすることがさらに好ましい。樹脂配管の長さの上限は、特に限定されない。例えば、外径50mm

で厚み 2 mm の樹脂配管を、リール径 2 5 0 0 mm のリールに最大巻き取り径 3 5 0 0 mm まで巻いた場合、リールの軸方向の長さが 5 0 0 mm の場合には、樹脂配管の全長は 4 4 0 m となり、リールを含めた総重量は P F A の場合には（比重 2. 1 4 とすると）約 3 0 0 k g となる。また、外径 1 3 0 mm で厚み 1 5 mm の樹脂配管を、リール径 3 0 0 0 mm のリールに最大巻き取り径 3 5 0 0 mm まで巻いた場合、リールの軸方向の長さが 5 0 0 mm の場合には、樹脂配管の全長は 7 9 m となり、リールを含めた総重量は P F A の場合には（比重 2. 1 4 とすると）約 9 5 0 k g となる。したがって、樹脂配管の長さは、外径 5 0 mm の樹脂配管では 5 0 0 m にすることも理論的には可能であるが、樹脂配管の外径と総重量を考慮した場合には、樹脂配管の長さの上限を 5 0 0 m とすることが好ましく、上限を 2 0 0 m とすることが取扱い性から更に好ましい。取扱いが容易なサイズと重量を考慮した巻き取り構造体を構成し、トラックに積載して搬送し、敷設する現地で用途に応じた長さに切断して使用することができる。

[0071] （６）樹脂配管の巻き取り構造体の運搬

樹脂配管の巻き取り構造体の運搬は、図 4 に示すように、車両 5 0 の積載箇所に樹脂配管の巻き取り構造体 1 を積層させた状態で行われる。

[0072] 樹脂配管の巻き取り構造体 1 の積載時の姿勢は、特に限定されず、樹脂配管の巻き取り構造体 1 の軸方向が車両の進行方向を向いた姿勢であってもよいし、樹脂配管の巻き取り構造体 1 の軸方向が車両の上下方向を向いた姿勢であってもよいし、樹脂配管の巻き取り構造体 1 の軸方向が車両の進行方向及び上下方向に垂直な方向を向いた姿勢であってもよい。

[0073] また、車両 5 0 に積載可能である場合には、樹脂配管の巻き取り構造体の積載個数は、特に限定されず、2 つ以上を積載させてもよい。

[0074] （７）現地での敷設

現地まで運搬された樹脂配管の巻き取り構造体は、現地において解かれ、目的に応じた姿勢で敷設される。

[0075] 樹脂配管の長さが十分であれば、接続箇所無しで敷設することもできる。

[0076] また、現地での樹脂配管同士の接続が必要である場合には、複数の樹脂配管を用意し、互いに端部同士を溶接（例えば、突き合わせ溶着）したり、フランジを用いて接続したり、継手を用いて接続することができる。なお、樹脂配管の材質としてフッ素樹脂が用いられている場合には、フッ素樹脂の特性であるクリープ現象により応力緩和が生じることから、漏洩を抑制させる観点で、機械式のねじ込みを伴う接続を行うよりも、溶接により接続を行う方が好ましい。

[0077] なお、現地に敷設された樹脂配管は、用途に応じて内部を洗浄して用いるが、樹脂配管同士の接続箇所が存在する場合には、接続箇所からコンタミネーションが生じうるために、特に十分に洗浄を行うことが望ましい。

[0078] 複数の樹脂配管同士を敷設する現地において接続する場合には、例えば、接続箇所（継ぎ目）の間隔が6 m以上であることが好ましく、10 m以上であることがより好ましく、20 m以上であることが更に好ましい。このように継ぎ目の間隔を長くすることにより、内部を流れる流体が漏れ出しうる箇所を少なく抑えることができる。また、樹脂配管同士を接続する際に接続箇所に生じるコンタミネーションの量を低減させることが可能になるため、洗浄コストを抑制させることも可能になる。

[0079] なお、このような樹脂配管の敷設は、新たに現地に敷設する場合に限られず、既に敷設されている配管を置き換えにより更新する場合も含まれる。例えば、更新される樹脂配管よりも内径が小さいものが用いられていた場合には、更新により大口径化させることで、より大量の流体を輸送することが可能になる。更新としては、特に限定されないが、例えば、金属配管やポリ塩化ビニル配管等から、フッ素樹脂を含む樹脂配管への更新が挙げられる。

[0080] （8）シミュレーション

樹脂配管の巻き取り構造体は、その外周の最大幅（外周の最大径）が小さくなるように巻き取ることで、径方向の大きさを小さくすることができ、トラック等の車両に積載しやすくなる。

[0081] ところが、樹脂配管の巻き取り構造体の外周の最大幅を小さくしようとす

ると、樹脂配管の曲率が大きくなるため、樹脂配管にひずみが生じてしまう。そして、巻き取られた状態である樹脂配管の巻き取り構造体を現地に運送し、現地で巻き取りをほどいたとしても、樹脂配管に永久変形（永久ひずみ、相当塑性ひずみ）が大きく残ってしまい、巻き癖を治しにくい等の問題が生じてしまう。

[0082] そこで、発明者らは、樹脂配管の巻き取り構造体の巻き取り径をできるだけ小さくしていった場合において樹脂配管に永久変形が生じにくい条件（相当塑性ひずみが1%以下に抑えられる条件、0.5%以下に抑えられる条件、0.0%以下に抑えられる条件）を、以下に述べるシミュレーションを行うことで確認した。

[0083] シミュレーションでは、樹脂配管の材料の性質である降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比（すなわち、樹脂材料の降伏ひずみ）と、樹脂配管の外径と、樹脂配管の厚み（（樹脂配管の外径－樹脂配管の内径）／2）と、をそれぞれ変化させた場合の、樹脂配管に永久変形が生じにくい（相当塑性ひずみが1%以下に抑えられる、好ましくは0.5%以下に抑えられる、より好ましくは0.0%以下に抑えられる）樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅（樹脂配管がリールに巻き取られる場合にはリールの外径に相当）を求めるために、各リール径毎の相当塑性ひずみを算出した。具体的には、それぞれの樹脂材料の降伏ひずみと樹脂配管の外径と樹脂配管の厚みとの条件毎に、リールの外径毎の相当塑性ひずみ（%）の値を求めた。

[0084] なお、相当塑性ひずみは、直接的に測定される物理量ではなく、塑性仕事に関して存在を仮定して計算されるものである。相当塑性ひずみは、塑性変形量（永久変形）の指標として使用されている。ここで、塑性仕事増分は、相当応力（例えば、Mises応力）と相当塑性ひずみ増分を掛け合わせるにより得られると仮定される。塑性変形での相当塑性ひずみ増分を積分すると、相当塑性ひずみを計算することができる。

[0085] 相当応力

$$\bar{\sigma}$$

は、以下の通りである（ミーゼスの降伏条件式の場合）。なお、添え字 x 、 y 、 z は座標系方向を示している。

[0086] [数1]

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right\}}$$

[0087] 以下のように、塑性変形に必要な塑性仕事増分

$$dW^p$$

は、相当応力

$$\bar{\sigma}$$

と相当塑性ひずみ増分

$$d\bar{\epsilon}$$

の積である。

[0088] [数2]

$$dW^p = \bar{\sigma} d\bar{\epsilon}$$

[0089] 相当塑性ひずみ増分

$$d\bar{\epsilon}$$

は、以下の通りである。

[0090] [数3]

$$d\bar{\epsilon} = \sqrt{\frac{2}{3} \left\{ (d\epsilon_{xx}^p)^2 + (d\epsilon_{yy}^p)^2 + (d\epsilon_{zz}^p)^2 + \frac{1}{3} \left\{ (d\gamma_{xx}^p)^2 + (d\gamma_{yy}^p)^2 + (d\gamma_{zz}^p)^2 \right\} \right\}}$$

[0091] 以上より、相当塑性ひずみ増分

$$d\bar{\epsilon}$$

を積分して得られる以下の

$$\bar{\epsilon}$$

が相当塑性ひずみである。

[0092] [数4]

$$\bar{\epsilon} = \int d\bar{\epsilon}$$

[0093] シミュレーションでは、以上の考え方にしたがって相当塑性ひずみの算出を行った。

[0094] なお、樹脂配管の巻き取り作業は、円筒形状の巻き取り治具を用いて行われることとし、巻き取り治具の外径はリールの外径と同じものを用いることとした。

[0095] また、上記シミュレーションでは、相当塑性ひずみだけでなく、それぞれの樹脂材料の降伏ひずみと樹脂配管の外径と樹脂配管の厚みとの条件毎に、巻き取りに要するモーメントの算出も行った。巻き取りモーメントとしては、リールの中心軸から巻き取り治具の中心軸までの距離 d と、巻き取り治具をリールに対して公転させて樹脂配管を巻き取っていく際の力 F と、の積 (dF) として得られる値を用いた。

[0096] なお、樹脂配管の材料としては、フッ素樹脂である PFA をモデルとして用いた。モデルとして用いた PFA の物性は、降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比 (降伏ひずみ) が、0.0205 (2.05%) のものと、0.0308 (3.08%) のものと、0.0410 (4.10%) のものと、があった。なお、降伏ひずみが、0.0205 (2.05%) のものは、弾性率が 390 MPa、ポアソン比が 0.46、降伏応力が 8.0 MPa とした。降伏ひずみが、0.0308 (3.08%) のものは、弾性率が 390 MPa、ポアソン比が 0.46、降伏応力が 12.0 MPa とした。降

伏ひずみが、0.0410（4.10％）のものは、弾性率が390MPa、ポアソン比が0.46、降伏応力が16.0MPaとした。

[0097] なお、シミュレーションでは、リールや巻き取り治具の剛性が、樹脂配管の剛性と比べると極めて高いことから、リールや巻き取り治具は剛体と満たして計算を行った。また、シミュレーション精度を高めるために、十分細かいメッシュで解析モデルを作成し、解析結果に及ぼすメッシュサイズの影響がないことを確認した。さらに、樹脂配管のリールへの巻き取りの際には、リールの軸方向の変位は拘束させて計算を行った。また、樹脂配管とリールとの接触面の摩擦、および、樹脂配管と巻き取り治具の接触面の摩擦については、考慮しないものとした。

[0098] ここで、シミュレーション結果を示す前に、以下の補助的なシミュレーション結果（樹脂配管の材料を降伏ひずみ2.05％のものとし、巻き取りリール径を3000mmとした場合について、樹脂配管の外径が50.8mm、63.5mm、76.2mm、88.9mmのそれぞれの場合について、樹脂配管の厚みを変化させた場合のシミュレーション結果）を以下の表1～表4に示す。

[0099] [表1]

外径(mm)	厚み(mm)	相当塑性ひずみ(%)
50.8	0.4	0.0
50.8	1.0	0.0
50.8	1.5	0.0
50.8	2.6	0.0
50.8	3.0	0.0
50.8	4.0	0.0
50.8	5.0	0.0

[0100] [表2]

外径(mm)	厚み(mm)	相当塑性ひずみ(%)
63.5	1.5	0.05
63.5	2.6	0.06
63.5	3.0	0.06
63.5	4.0	0.06
63.5	5.0	0.06
63.5	6.0	0.05

[0101] [表3]

外径(mm)	厚み(mm)	相当塑性ひずみ(%)
76.2	2.2	0.27
76.2	2.6	0.27
76.2	3.0	0.27
76.2	4.0	0.27
76.2	5.0	0.27
76.2	6.0	0.27

[0102] [表4]

外径(mm)	厚み(mm)	相当塑性ひずみ(%)
88.9	3.0	0.56
88.9	4.0	0.59
88.9	5.0	0.58
88.9	6.0	0.57

[0103] 以上の補助的なシミュレーション結果によれば、表1～表4の相当塑性ひずみ(%)の値が示すように、驚くべきことに、樹脂チューブの厚みは、相当塑性ひずみの値に実質的に影響を及ぼさないことが明らかになった。すなわち、いずれの樹脂配管においても、樹脂配管の巻き取り構造体において永久変形が生じないようにするためには（相当塑性ひずみの値を小さく抑えるためには）、樹脂配管の厚みは考慮する必要が無いことが明らかとなった。

[0104] 以上の補助的なシミュレーション結果に基づいて、シミュレーションでは、各樹脂配管の外径の値に対する樹脂配管の厚みの値について、代表的な1つの厚みを定めたシミュレーションを行った。

[0105] 各シミュレーション結果を、図5～図44に示す。また、対応する数値データの表を表5～表25に示す。

[0106]

[表5]

樹脂材料の降伏ひずみ(%)	樹脂配管の外径(mm)	樹脂配管の厚み(mm)	リール径(mm)	相当塑性ひずみ(%)	巻き取りモーメント(kN*mm)
2.05	50.8	2.6	850.0		
			860.0	3.1370	18.358
			900.0	2.8718	18.008
			1000.0	2.3714	17.148
			1050.0	2.1486	16.726
			1100.0	1.9596	16.315
			1200.0	1.5677	15.513
			1300.0	1.2562	14.756
			1400.0	1.0338	14.038
			1500.0	0.8448	13.360
			1600.0	0.6928	12.727
			1800.0	0.4398	11.575
			2000.0	0.2750	10.568
			2200.0	0.1583	9.695
			2500.0	0.0175	8.602
			2530.0	0.0056	8.506
			2540.0	0.0017	8.474
			2550.0	0.0000	8.444

[0107] [表6]

樹脂材料の降伏ひずみ(%)	樹脂配管の外径(mm)	樹脂配管の厚み(mm)	リール径(mm)	相当塑性ひずみ(%)	巻き取りモーメント(kN*mm)
2.05	63.5	3.1	1180.0		
			1190.0	2.7583	32.453
			1200.0	2.7127	32.327
			1300.0	2.3211	31.129
			1500.0	1.7021	28.825
			1700.0	1.2095	26.672
			2000.0	0.7380	23.752
			2500.0	0.2657	19.760
			3000.0	0.0622	16.727
			3100.0	0.0280	16.222
			3150.0	0.0119	15.981
			3180.0	0.0026	15.839
			3190.0	0.0000	15.793

[0108]

[表7]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
2.05	76.2	3.6	1540.0		
			1550.0	2.3956	51.814
			1600.0	2.2544	51.019
			1800.0	1.7508	47.949
			2000.0	1.3171	45.022
			2200.0	1.0140	42.265
			2500.0	0.6499	38.451
			3000.0	0.2712	33.078
			3500.0	0.0940	28.778

[0109] [表8]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
2.05	88.9	4.1	1890.0		
			1900.0	2.2624	78.078
			2000.0	2.0364	76.065
			2500.0	1.1531	66.627
			3000.0	0.6221	58.338
			3500.0	0.2765	51.341

[0110] [表9]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
2.05	101.6	4.6	2260.0		
			2270.0	2.0854	111.420
			2300.0	2.0293	110.672
			2500.0	1.6759	105.767
			3000.0	1.0203	94.282
			3500.0	0.5788	84.063

[0111]

[表10]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモー メント(kN*mm)
2.05	114.3	5.1	2610.0		
			2620.0	2.0386	153.941
			2630.0	2.0216	153.634
			2650.0	1.9882	153.024
			2700.0	1.9080	151.546
			3000.0	1.4708	142.656
			3250.0	1.1815	135.609
			3500.0	0.9459	128.858

[0112] [表11]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモー メント(kN*mm)
2.05	127.0	5.6	2960.0		
			2970.0	1.9652	205.991
			2980.0	1.9507	205.616
			3000.0	1.9223	204.885
			3250.0	1.5841	195.937
			3500.0	1.2931	187.296

[0113] [表12]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモー メント(kN*mm)
3.08	50.8	2.6	890.0		
			900.0	1.4868	19.147
			1000.0	1.1731	18.318
			1100.0	0.8931	17.229
			1200.0	0.6524	16.210
			1300.0	0.4482	15.264
			1400.0	0.2844	14.393
			1500.0	0.1681	13.596
			1600.0	0.0669	12.871
			1650.0	0.0211	12.534
			1670.0	0.0034	12.404
			1680.0	0.0000	12.341
			1700.0	0.0000	12.214

[0114]

[表13]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
3.08	63.5	3.1	1340.0		
			1350.0	0.9777	32.268
			1400.0	0.8687	31.508
			1500.0	0.6706	30.050
			1600.0	0.4955	28.669
			1700.0	0.3444	27.370
			1800.0	0.2422	26.155
			1900.0	0.1525	25.027
			2000.0	0.0719	23.978
			2050.0	0.0350	23.483
			2090.0	0.0066	23.103
			2100.0	0.0000	23.007

[0115] [表14]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
3.08	76.2	3.6	1730.0		
			1740.0	0.7760	51.053
			1750.0	0.7593	50.855
			1800.0	0.6790	49.889
			1900.0	0.5297	48.019
			2000.0	0.3965	46.238
			2100.0	0.2937	44.541
			2200.0	0.2135	42.945
			2300.0	0.1409	41.436
			2400.0	0.0742	40.010
			2500.0	0.0134	38.675
			2520.0	0.0017	38.417
			2530.0	0.0000	38.291

[0116]

[表15]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
3.08	88.9	4.1	2110.0		
			2120.0	0.6752	76.540
			2150.0	0.6346	75.803
			2200.0	0.5694	74.592
			2300.0	0.4473	72.245
			2400.0	0.3348	69.997
			2500.0	0.2645	67.840
			2700.0	0.1359	63.829
			2900.0	0.0258	60.212
			2950.0	0.0007	59.361
			2960.0	0.0000	59.207

[0117] [表16]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
3.08	101.6	4.6	2500.0		
			2510.0	0.5795	109.010
			2550.0	0.5357	107.795
			2600.0	0.4819	106.318
			2800.0	0.2961	100.668
			3000.0	0.1832	95.459
			3200.0	0.0799	90.675
			3350.0	0.0113	87.350
			3360.0	0.00689	87.147
			3370.0	0.00254	86.934
			3380.0	0.0000	86.725

[0118] [表17]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
3.08	114.3	5.1	2890.0		
			2900.0	0.5231	149.806
			3100.0	0.3386	142.722
			3300.0	0.2230	136.117
			3500.0	0.1282	129.984

[0119] [表18]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
3.08	127	5.6	3280.0		
			3290.0	0.4666	199.566
			3300.0	0.4588	199.155
			3400.0	0.3771	194.920
			3500.0	0.2991	190.808

[0120] [表19]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
4.10	50.8	2.6	1030.0		
			1040.0	0.3824	18.03048
			1050.0	0.3617	17.91067
			1100.0	0.2528	17.31632
			1150.0	0.1480	16.75707
			1200.0	0.0640	16.22855
			1230.0	0.0141	15.92492
			1240.0	0.0000	15.82473

[0121] [表20]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
4.10	63.5	3.1	1390.0		
			1400.0	0.2196	31.594
			1450.0	0.1460	30.810
			1500.0	0.0771	30.052
			1550.0	0.0111	29.329
			1560.0	0.0000	29.189

[0122]

[表21]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
4.10	76.2	3.6	1760.0		
			1770.0	0.1192	50.46229
			1800.0	0.0852	49.86075
			1830.0	0.0513	49.27413
			1850.0	0.0292	48.88932
			1870.0	0.0075	48.50988
			1880.0	0.0000	48.32284

[0123] [表22]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
4.10	88.9	4.1	2120.0		
			2130.0	0.0684	76.186
			2150.0	0.0494	75.682
			2170.0	0.0303	75.186
			2200.0	0.0023	74.460
			2210.0	0.0000	74.211

[0124] [表23]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
4.10	101.6	4.6	2490.0		
			2500.0	0.0188	109.071
			2510.0	0.0108	108.767
			2520.0	0.0027	108.461
			2530.0	0.0000	108.158

[0125] [表24]

樹脂材料 の降伏ひ ずみ(%)	樹脂配管の 外径(mm)	樹脂配管の厚 み(mm)	リール径 (mm)	相当塑性ひず み(%)	巻き取りモーメ ント(kN*mm)
4.10	114.3	5.1	2860.0		
			2870.0	0.0000	150.4955
			2900.0	0.0000	149.3965
			3000.0	0.0000	145.8268

[0126] [表25]

樹脂材料の降伏ひずみ(%)	樹脂配管の外径(mm)	樹脂配管の厚み(mm)	リール径(mm)	相当塑性ひずみ(%)	巻き取りモーメント(kN*mm)
4.10	127.0	5.6	3230.0		
			3240.0	0.0000	201.181
			3250.0	0.0000	200.748
			3300.0	0.0000	198.604
			3500.0	0.0000	190.379

[0127] なお、表5～25において、斜線で示す箇所は、座屈（巻き取り構造体の径方向内側に位置している樹脂配管の部分のたわみ）が生じるシミュレーション結果であったことを示している。樹脂配管の巻き取り構造体は、相当塑性ひずみが所定%以下に抑制されているだけでなく、さらに、座屈も生じていないことがより好ましい。この座屈が生じない条件を、上記シミュレーション結果のうち座屈が生じない最小のリール径の情報に基づいて以下の表26を作成し、降伏ひずみ毎に、「樹脂配管の外径／樹脂配管の厚み」に対する座屈が生じないリール径を求めた。降伏ひずみ毎の、「樹脂配管の外径／樹脂配管の厚み」に対する座屈が生じない最小リール径の関係を示すグラフを、図45に示す。ここで、「樹脂配管の外径／樹脂配管の厚み」を x とし、座屈が生じない最小リール径を y とした場合の x と y の降伏ひずみ毎の近似関係式を求めたところ、降伏ひずみ2.05%では $y > 165.90x^2 - 6348.6x + 61586$ となり、降伏ひずみ3.08%では $y > 162.27x^2 - 6115.5x + 58469$ となり、降伏ひずみ4.10%では $y > 168.41x^2 - 6430.3x + 62407$ となった。これらの関係式は、いずれも類似しており、降伏ひずみに依存しない近似関係式を求めると、 $y > 165.53x^2 - 6298.13x + 60960$ となった。したがって、降伏応力(MPa)／弾性率(MPa)の比が0.010以上0.050以下の材料で構成され、外径が50.0mm以上130.0mm以下であり、厚みが2.0mm以上15.0mm以下である樹脂配管において、当該関係を満たす場合には、座屈は生じないこととなる。

[0128] [表26]

樹脂配管	樹脂配管の外径(mm)						
	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0
外径／厚み	19.54	20.48	21.17	21.68	22.09	22.41	22.68
降伏ひずみ 2.05%	860	1190	1550	1900	2270	2620	2970
降伏ひずみ 3.08%	900	1350	1740	2120	2510	2900	3290
降伏ひずみ 4.10%	1040	1400	1770	2130	2500	2870	3240

[0129] さらに、降伏ひずみが2.05%の場合について、相当塑性ひずみ(%)が、1.0%となる場合と、0.5%となる場合と、0.0%となる場合のそれぞれの樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅(リールの外径)(mm)を上記シミュレーション結果の線形内挿法および線形外挿法により求めた結果を、以下の表27及び図46に示す。

[0130] [表27]

相当塑性ひずみ(%)	樹脂配管の外径(mm)						
	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0
1.0	1418.0	1833.0	2212.0	2644.0	3023.0	3443.0	-----
0.5	1752.0	2252.0	2698.0	3177.0	-----	-----	-----
0.0	2544.0	3188.0	-----	-----	-----	-----	-----

[0131] 表27において、「-----」で示す箇所については、当該条件を満たし且つリールの外径が3500.0mm以下の樹脂配管の巻き取り構造体を得られないことを示している(表27、28においても同様)。例えば、降伏ひずみが2.05%であり、樹脂配管の外径が127.0mmである場合において、相当塑性ひずみ1.0%以下にしようとすると、樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅(リールの外径)(mm)を3500.0mm以下にすることができないことを示している。

[0132] また、降伏ひずみが3.08%の場合について、相当塑性ひずみ(%)が、1.0%となる場合と、0.5%となる場合と、0.0%となる場合のそれぞれの樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅(リールの外径)(mm)

）を上記シミュレーション結果の線形内挿法および線形外挿法により求めた結果を、以下の表 28 及び図 47 に示す。

[0133] [表28]

相当塑性ひずみ(%)	樹脂配管の外径(mm)						
	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0
1.0	1062.0	1350.0	1740.0	2120.0	2510.0	2900.0	3290.0
0.5	1275.0	1597.0	1922.0	2257.0	2583.0	2925.0	-----
0.0	1674.0	2099.0	2523.0	2951.0	3376.0	-----	-----

[0134] 表 28 において、樹脂配管の外径が 63.5 mm、76.2 mm、88.9 mm、101.6 mm、114.3 mm、127.0 mm の場合には、相当塑性ひずみ(%)を 1.0%以下まで低下させる前に樹脂配管の座屈が生じてしまうことから、相当塑性ひずみを 1.0%以下に抑えるだけでなく、さらに、樹脂配管の座屈をも生じさせない場合の樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅（リールの外径）(mm)のシミュレーション結果を示しており、その際の相当塑性ひずみ(%)はそれぞれ 0.98%、0.78%、0.68%、0.58%、0.52%、0.47%であった。

[0135] また、降伏ひずみが 4.10%の場合について、相当塑性ひずみ(%)が、1.0%となる場合と、0.5%となる場合と、0.0%となる場合のそれぞれの樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅（リールの外径）(mm)を上記シミュレーション結果の線形内挿法および線形外挿法により求めた結果を、以下の表 29 及び図 48 に示す。

[0136] [表29]

相当塑性ひずみ(%)	樹脂配管の外径(mm)						
	50.8	63.5	76.2	88.9	101.6	114.3	127.0
1.0	1040.0	1400.0	1770.0	2130.0	2500.0	2870.0	3240.0
0.5	1040.0	1400.0	1770.0	2130.0	2500.0	2870.0	3240.0
0.0	1238.0	1558.0	1877.0	2202.0	2523.0	2870.0	3240.0

[0137] 表 29 において、樹脂配管の外径が 50.8 mm、63.5 mm、76.2 mm、88.9 mm、101.6 mm、114.3 mm、127.0 mm の場合には、相当塑性ひずみ(%)を 1.0%以下まで低下させる前に樹脂

配管の座屈が生じてしまい、相当塑性ひずみ（％）を 0.5％以下まで低下させる前に樹脂配管の座屈が生じてしまうことから、相当塑性ひずみを 1.0％以下に抑えたり 0.5％以下に抑えるだけでなく、さらに、樹脂配管の座屈をも生じさせない場合の樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅（リールの外径）（mm）のシミュレーション結果を示しており、その際の相当塑性ひずみ（％）はそれぞれ 0.38％、0.22％、0.12％、0.07％、0.02％、0.0％、0.0％であった。

[0138] 上述のようにして得られたシミュレーション結果に基づいて、樹脂材料の降伏ひずみ（降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比、％ではない）が 0.010 以上 0.050 以下であり、樹脂配管の外径が 50.0 mm 以上 130.0 mm 以下であり、樹脂配管の厚みが 2.0 mm 以上 15.0 mm 以下である範囲を前提とした場合において、樹脂配管の外径（mm）と樹脂材料の降伏ひずみ（降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比、％ではない）に応じた相当塑性ひずみ（％）を少なくとも 1.0％以下とすることができ、樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅（リール外径の最小値）について、以下の関係式（1）を導出することができた。なお、上述のように、樹脂配管の厚みは、驚くことに相当塑性ひずみに対して実質的に影響を与えないことが明らかとなったため、当該関係式では樹脂配管の厚みはパラメータとして用いていない。

[0139] 巻き取り構造体の内周の最小幅 $\geq 0.62 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率}) \cdots \text{関係式 (1)}$

[0140] 例えば、樹脂材料の降伏ひずみ（降伏応力／弾性率）が 0.0205（％表記では、2.05％）であり、樹脂配管の外径が 50.8 mm である場合において、相当塑性ひずみ（％）を 1.0％以下にしようとする、巻き取り構造体の内周の最小幅（リールの外径）を $0.62 \times 50.8 \div 0.0205 = 1536.4$ （mm）以上であればよいことになる。

[0141] また、樹脂配管の巻き取り構造体の外周の最大幅は、トラック等の車両に積載可能な範囲でなければならないことから、3500.0 mm 以下として

いる。ここで、例えば、巻き取り構造体の径方向において樹脂配管が重なるように二重以上に巻き取っている場合には、径方向の外側に位置している樹脂配管の径方向外側部分が巻き取り構造体の外周の最大幅を決定することとなる。

[0142] また、同様にして、樹脂配管の外径（mm）と樹脂材料の降伏ひずみ（降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比、％ではない）に応じた相当塑性ひずみ（％）を少なくとも0.5％以下とすることができる樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅（リール外径の最小値）について、以下の関係式（2）を導出することができた。

[0143] 巻き取り構造体の内周の最小幅 $\geq 0.79 \times$ 樹脂配管の外径 $\div$ （降伏応力／弾性率）・・・関係式（2）

[0144] さらに、同様にして、樹脂配管の外径（mm）と樹脂材料の降伏ひずみ（降伏応力（MPa）／弾性率（MPa）の比、％ではない）に応じた相当塑性ひずみ（％）を実質的に0.0％以下とすることができる樹脂配管の巻き取り構造体の内周の最小幅（リール外径の最小値）について、以下の関係式（3）を導出することができた。

[0145] 巻き取り構造体の内周の最小幅 $\geq 1.025 \times$ 樹脂配管の外径 $\div$ （降伏応力／弾性率）・・・関係式（3）

[0146] なお、よりコンパクト化させて車両に積載させることが可能になる観点から、 $3000.0\text{ mm} \geq$ 巻き取り構造体の外周の最大幅（mm）の関係をさらに満たすことが好ましい。

[0147] （9）特徴

従来は、3 m程度の直管を複数本車両に積載し、現地まで運搬し、現地でフランジ、継手または溶接により直管同士を接続して目的の長さの配管を敷設していた。しかし、樹脂配管同士の接続箇所が多いため現地での作業性が悪く、また、接続箇所からの輸送流体の漏洩の問題が生じやすい。

[0148] これに対して、本実施形態の樹脂配管の巻き取り構造体では、従来よりも長い樹脂配管を車両に積載して運搬することが可能になっており、しかも、

現地で巻き取りを解いた場合にも永久ひずみ（永久変形、相当塑性ひずみ）を小さく抑えることが可能になっており、さらに、従来よりも接続箇所を減らせることができるため、輸送流体の漏洩の問題が生じることを抑制させることができている。

符号の説明

- [0149] 1 巻き取り構造体
 1 0 樹脂配管
 2 0 リール

先行技術文献

特許文献

- [0150] 特許文献1：特開昭63－274529号公報
 特許文献2：特開2009－154505号公報

請求の範囲

- [請求項1] 降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比が0.010以上0.050以下の材料で構成されており、
外径が50.0mm以上130.0mm以下であって
厚みが2.0mm以上15.0mm以下である
樹脂配管の巻き取り構造体であって、
前記降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比および前記樹脂配管の外径に対する前記巻き取り構造体の外周および内周の関係が、
 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、
 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.62 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$
を満たしている、
樹脂配管の巻き取り構造体。
- [請求項2] 前記降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比および前記樹脂配管の外径に対する前記巻き取り構造体の外周および内周の関係が、
 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、
 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.79 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$
を満たしている、
請求項1に記載の樹脂配管の巻き取り構造体。
- [請求項3] 前記降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比および前記樹脂配管の外径に対する前記巻き取り構造体の外周および内周の関係が、
 $3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}$ 、且つ、
 $\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 1.025 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$

を満たしている、

請求項 1 に記載の樹脂配管の巻き取り構造体。

[請求項4] 前記樹脂配管は、フッ素樹脂を含んで構成されている、
請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の樹脂配管の巻き取り構造体。

[請求項5] 前記樹脂配管は、60質量%以上がPFAで構成されている、
請求項 4 に記載の樹脂配管の巻き取り構造体。

[請求項6] 降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比が0.010以上0.050以下の材料で構成されており、外径が50.0mm以上130.0mm以下で、厚みが2.0mm以上15.0mm以下である樹脂配管を、押出成形しながら巻き取ることで巻き取り構造体を製造する方法であって、

前記降伏応力 (MPa) / 弾性率 (MPa) の比および前記樹脂配管の外径に対する前記巻き取り構造体の外周および内周の関係が、

$3500.0\text{ mm} \geq \text{巻き取り構造体の外周の最大幅 (mm)}、\text{且つ、}$

$\text{巻き取り構造体の内周の最小幅 (mm)} \geq 0.62 \times \text{樹脂配管の外径} \div (\text{降伏応力} / \text{弾性率})$

を満たすように前記樹脂配管を巻き取る、

巻き取り構造体の製造方法。

[請求項7] 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の巻き取り構造体または請求項 6 に記載の製造方法によって得られる巻き取り構造体を、

前記樹脂配管を敷設する現地において解く、
樹脂配管の敷設方法。

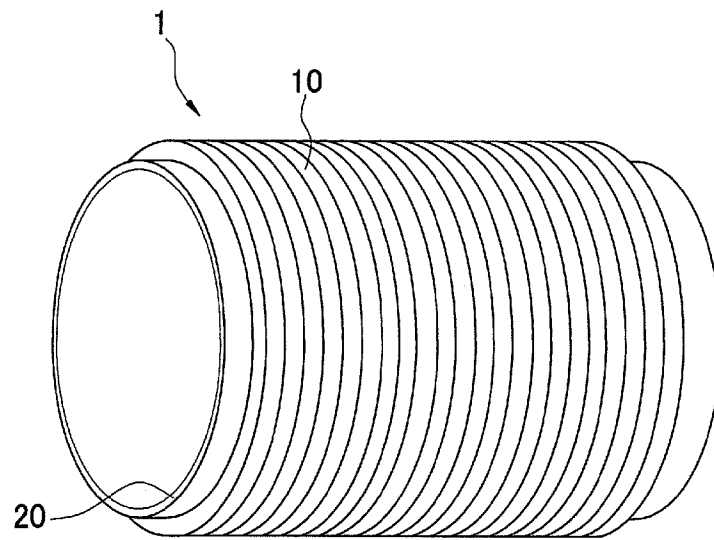
[請求項8] 請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の巻き取り構造体または請求項 6 に記載の製造方法によって得られる巻き取り構造体を複数用意し、

前記樹脂配管を敷設する現地において複数の前記巻き取り構造体を解き、

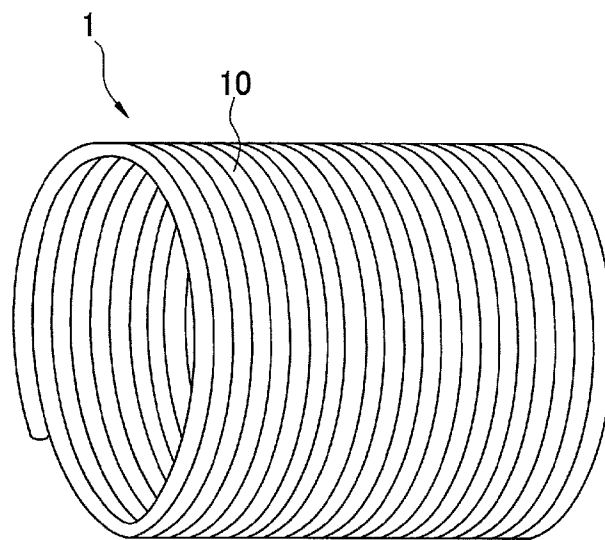
前記巻き取り構造体を解くことで得られる複数の樹脂配管を互いに接続することで、継ぎ目の間隔を6 m以上とする、
樹脂配管の敷設方法。

[請求項9] 降伏応力 (MP a) / 弾性率 (MP a) の比が0. 0 1 0以上0. 0 5 0以下の材料で構成されており、
外径が5 0. 0 mm以上1 3 0. 0 mm以下で、
厚みが2. 0 mm以上1 5. 0 mm以下で、
長手方向の長さが6 m以上である、
樹脂配管。

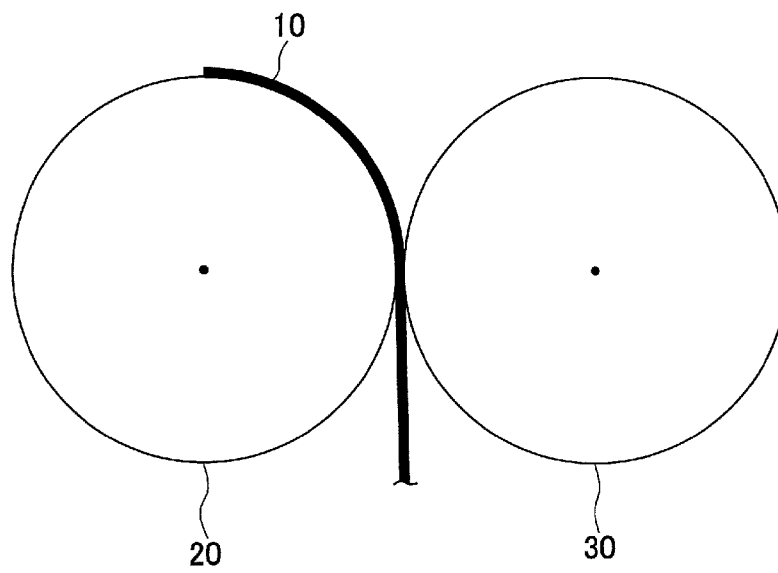
[図1]



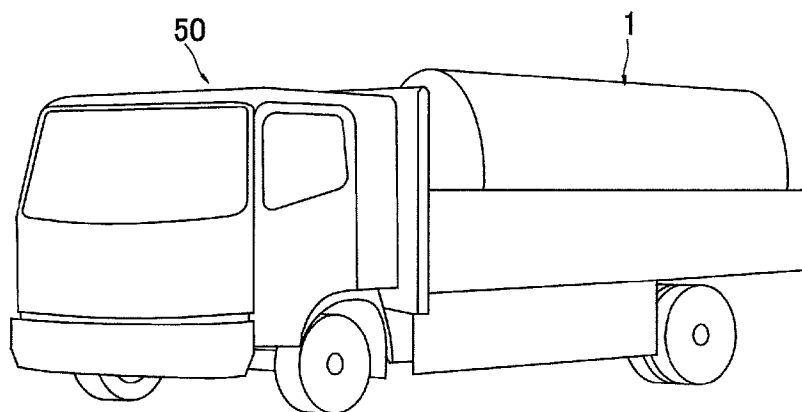
[図2]



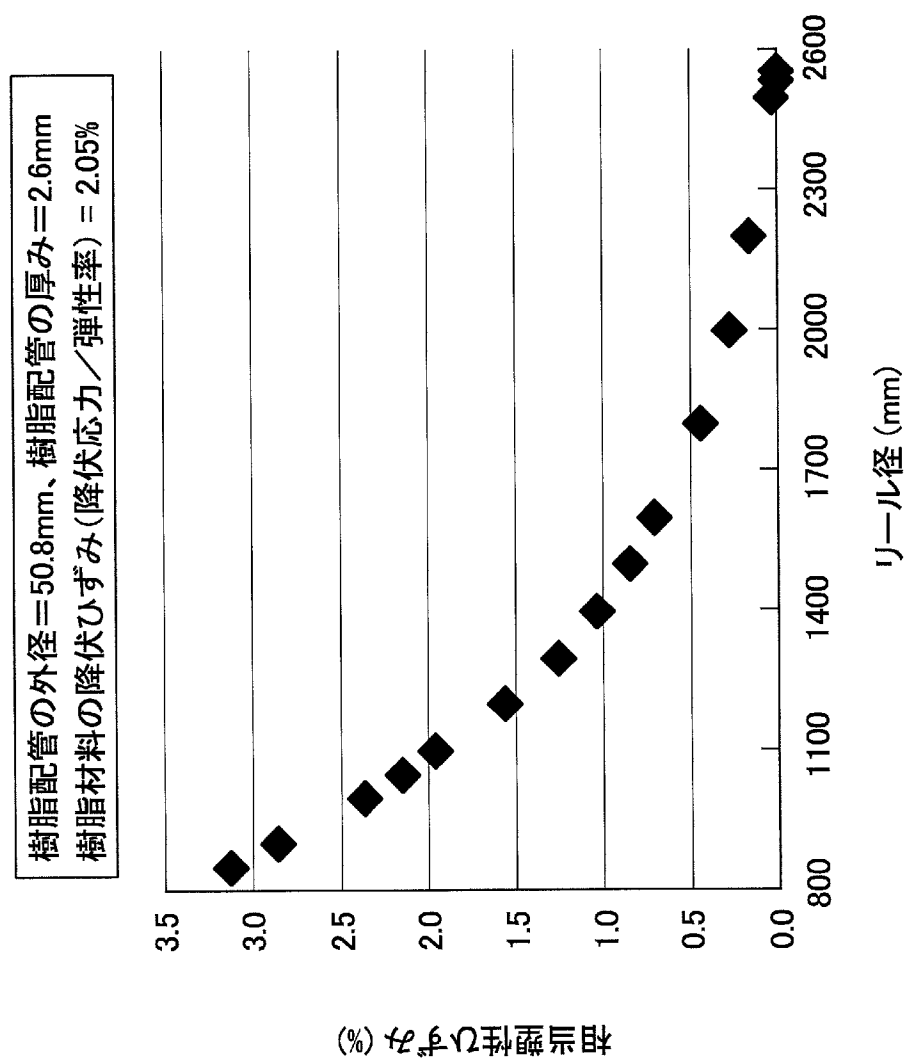
[図3]



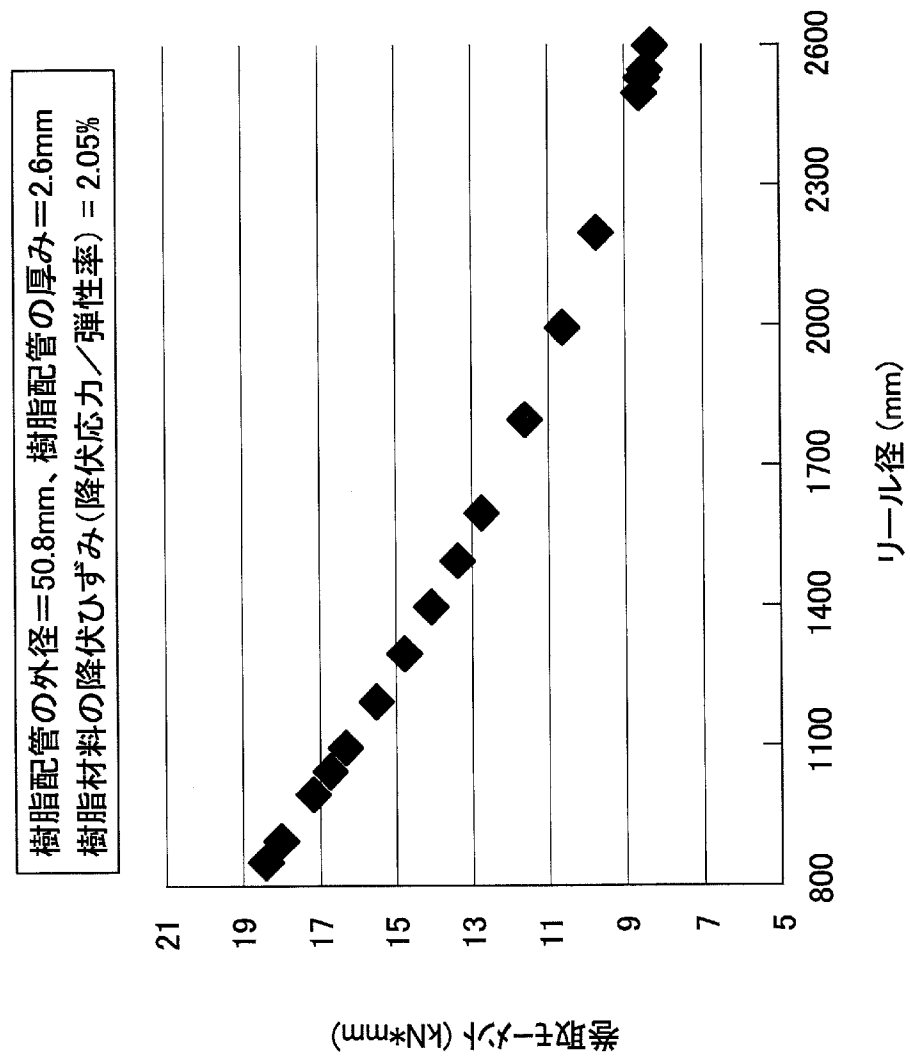
[図4]



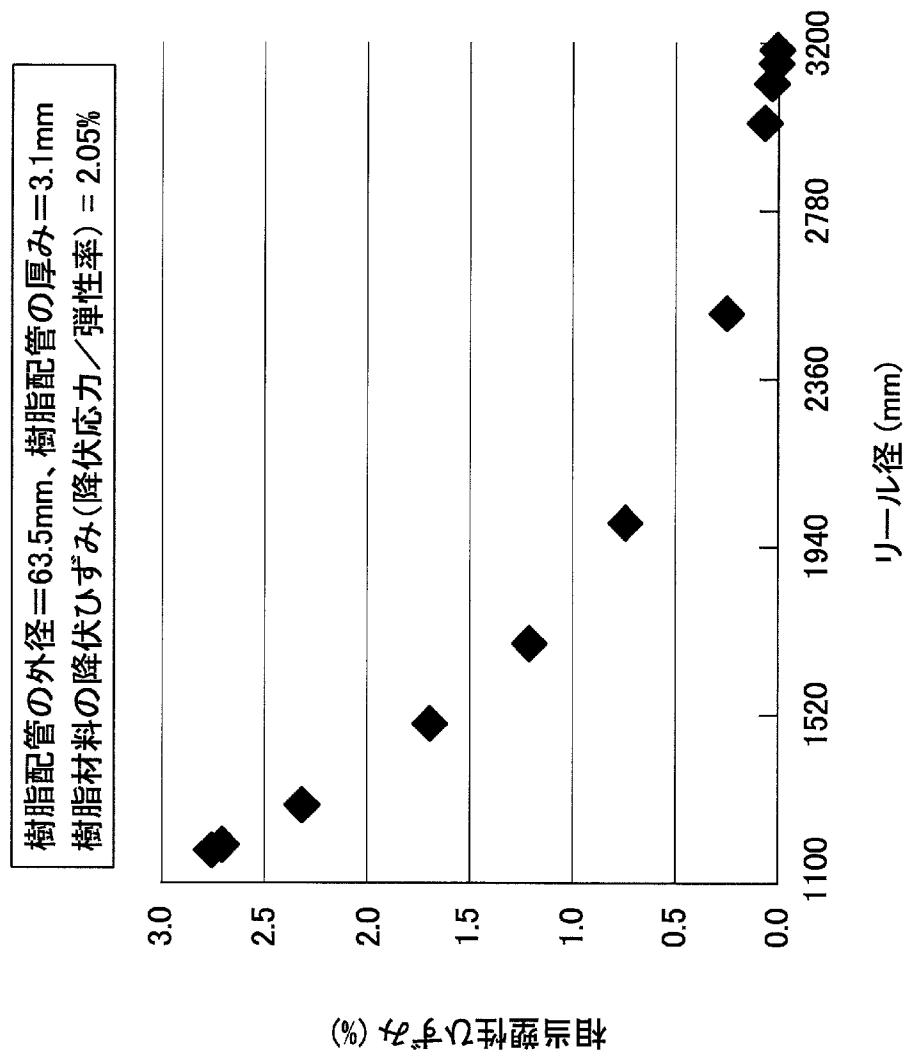
[図5]



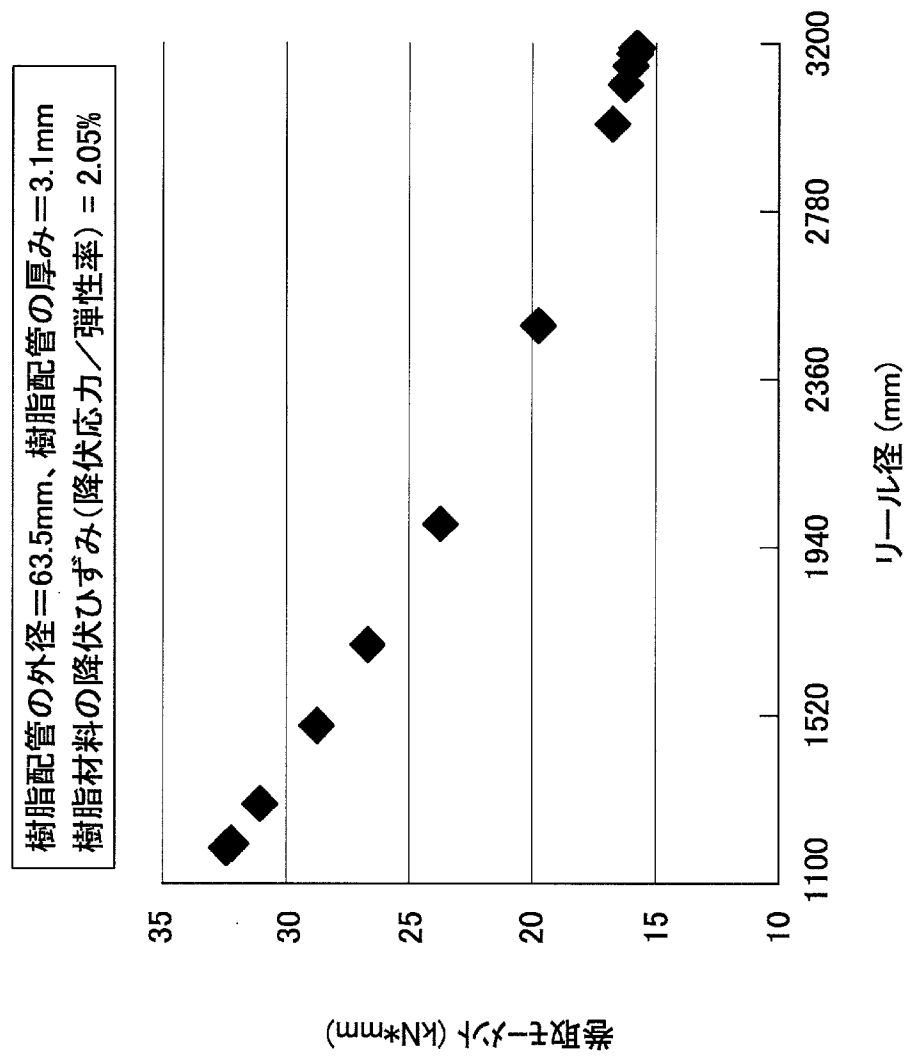
[図6]



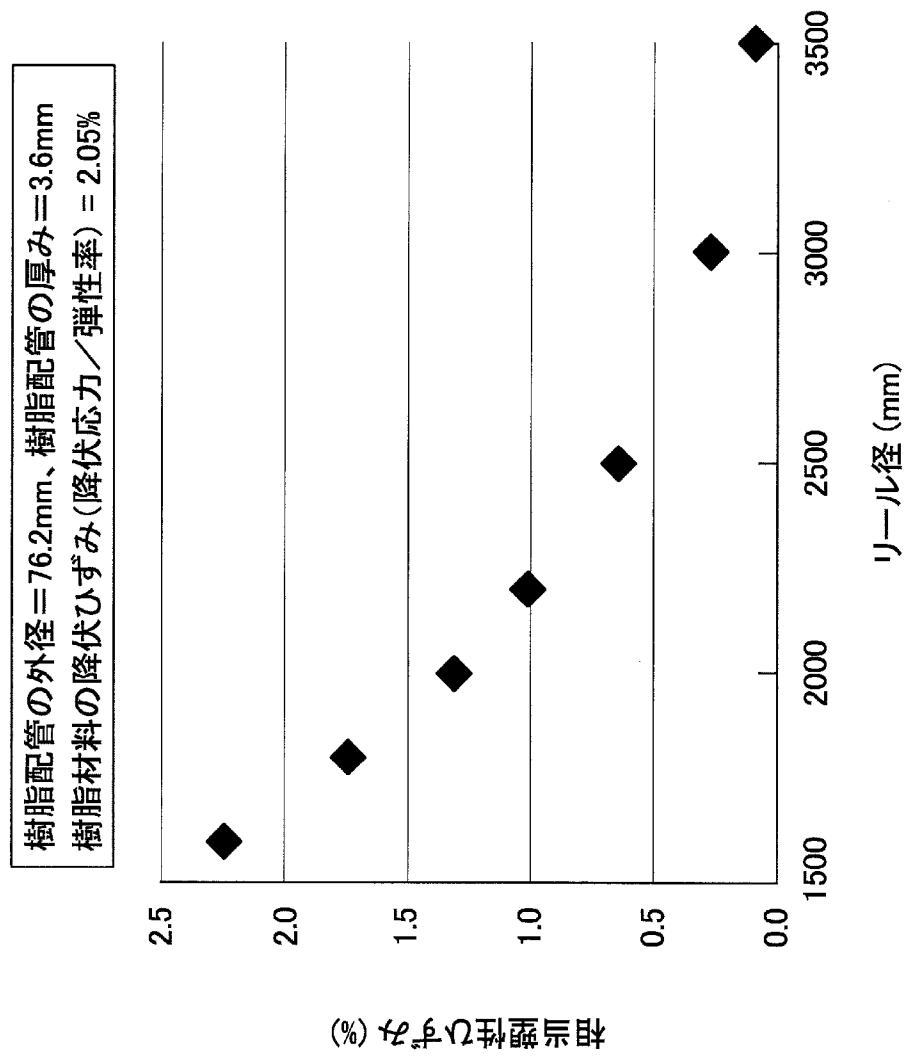
[図7]



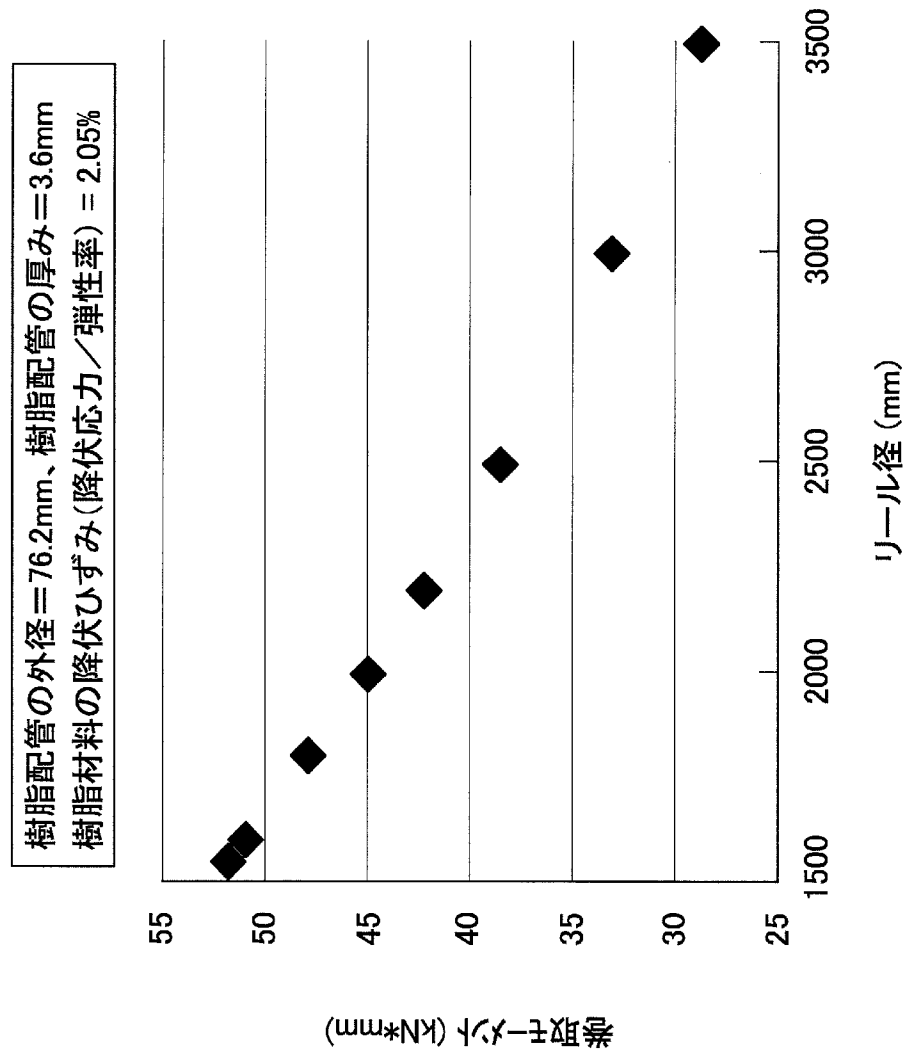
[図8]



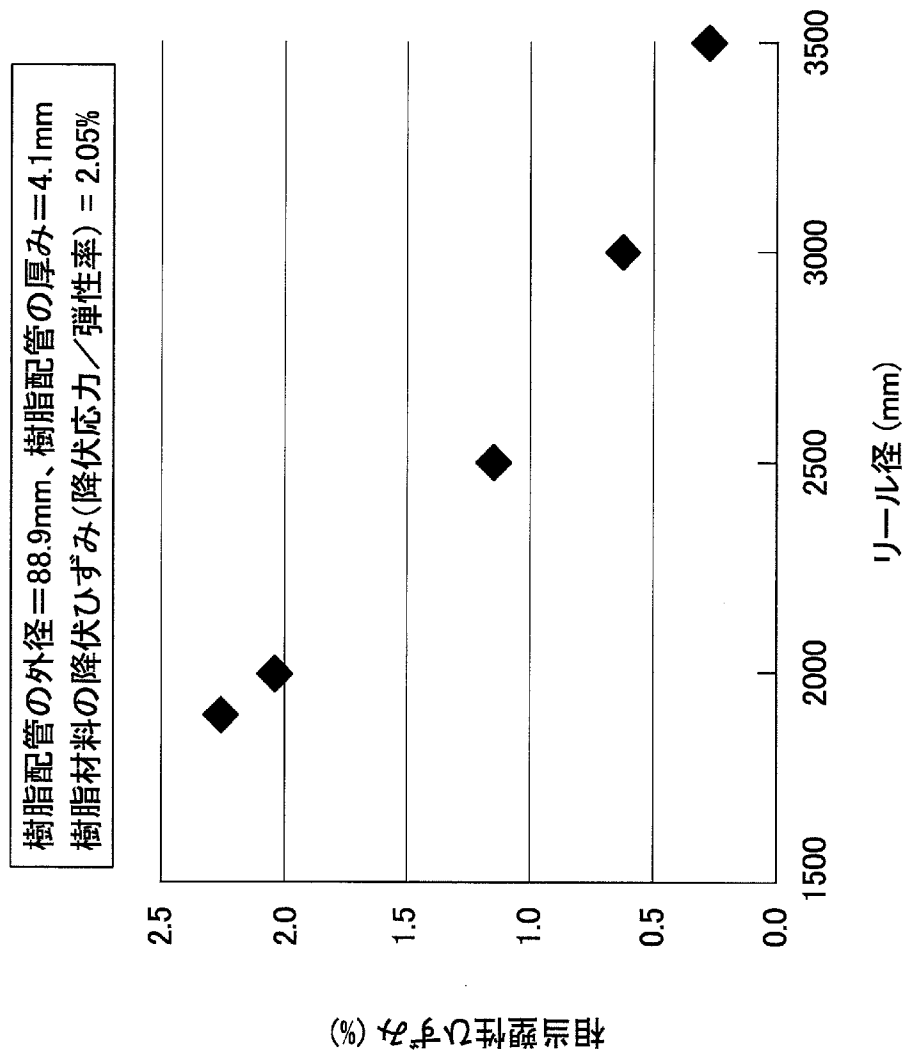
[図9]



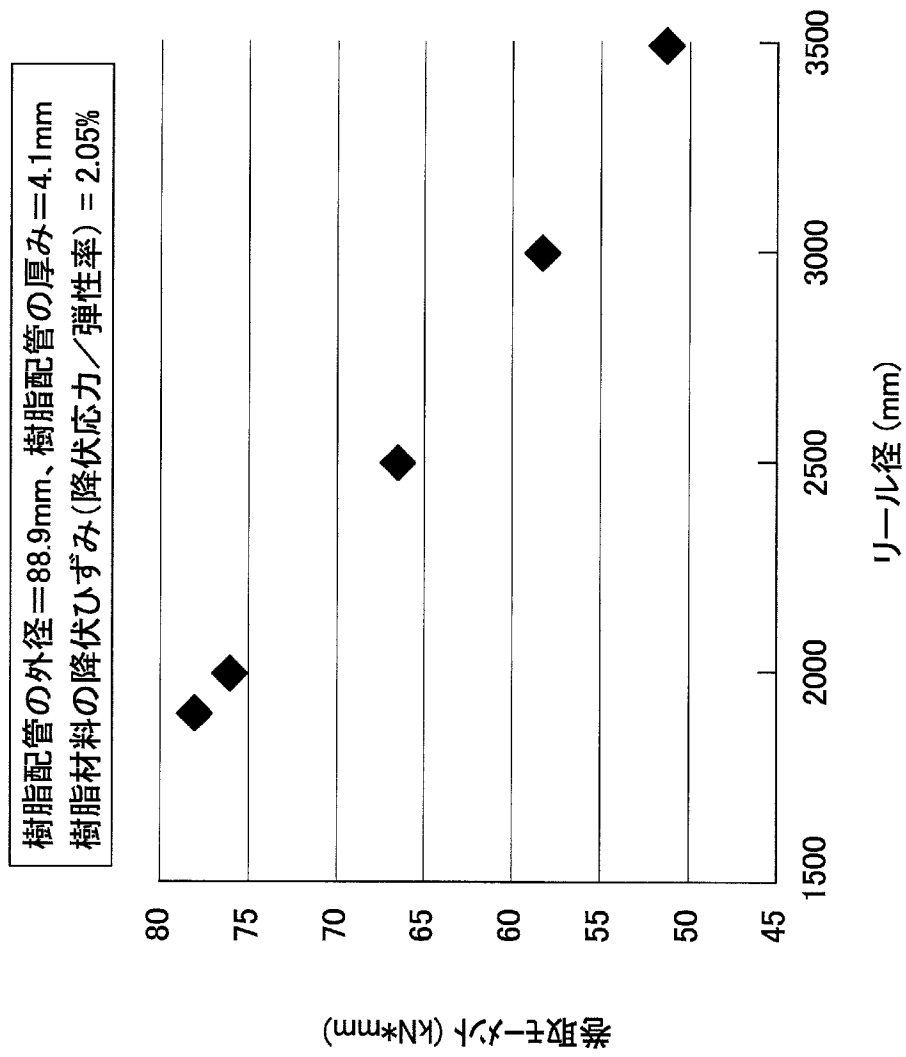
[図10]



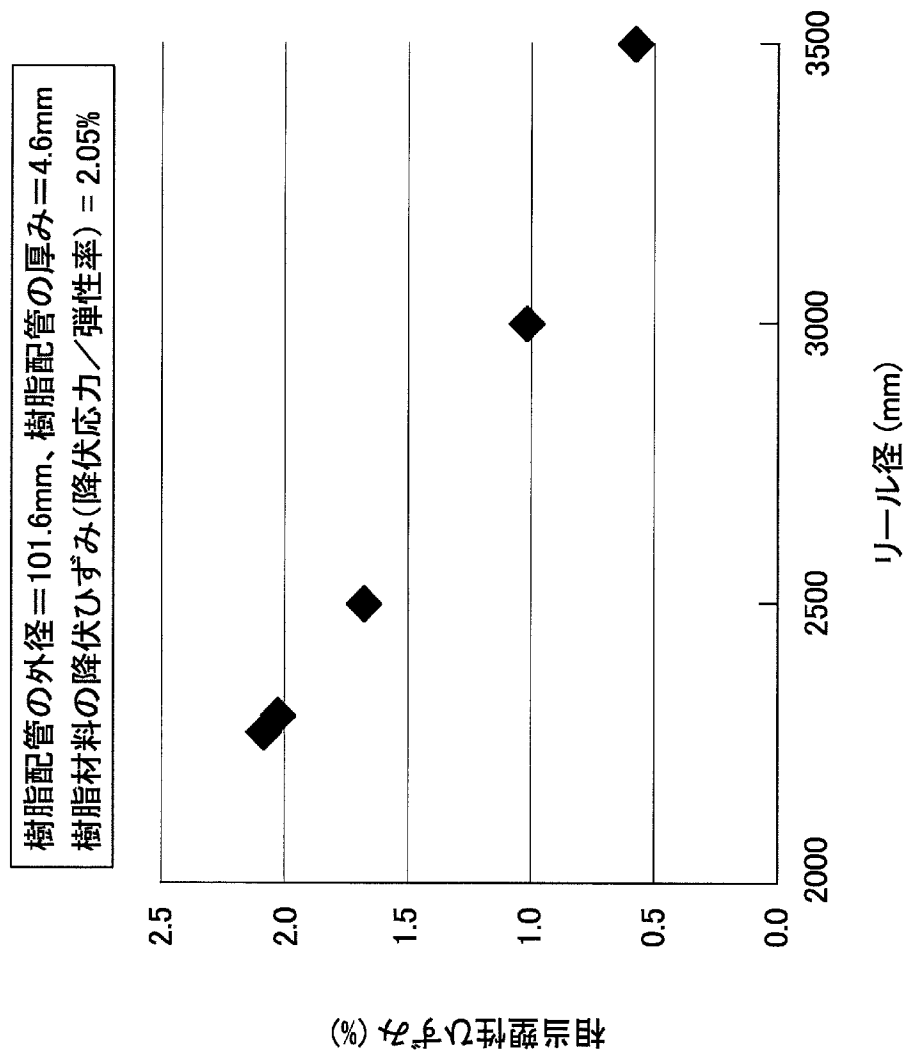
[図11]



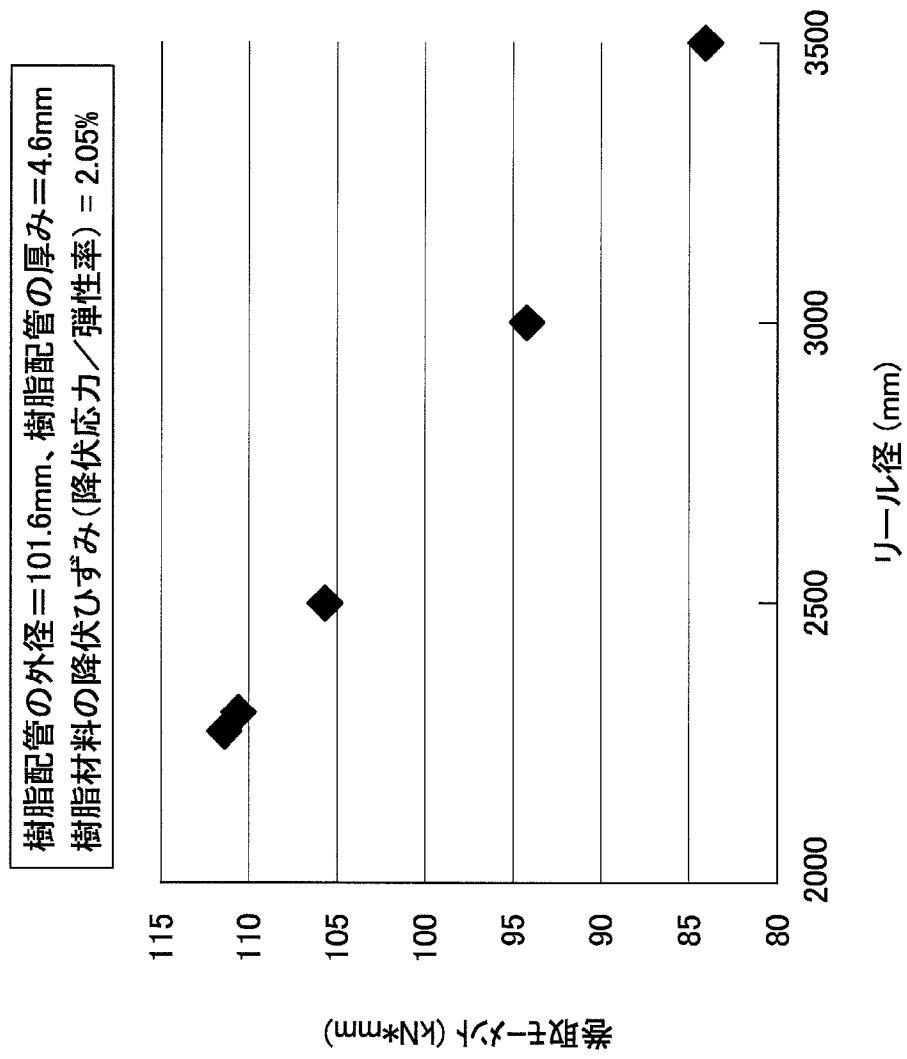
[図12]



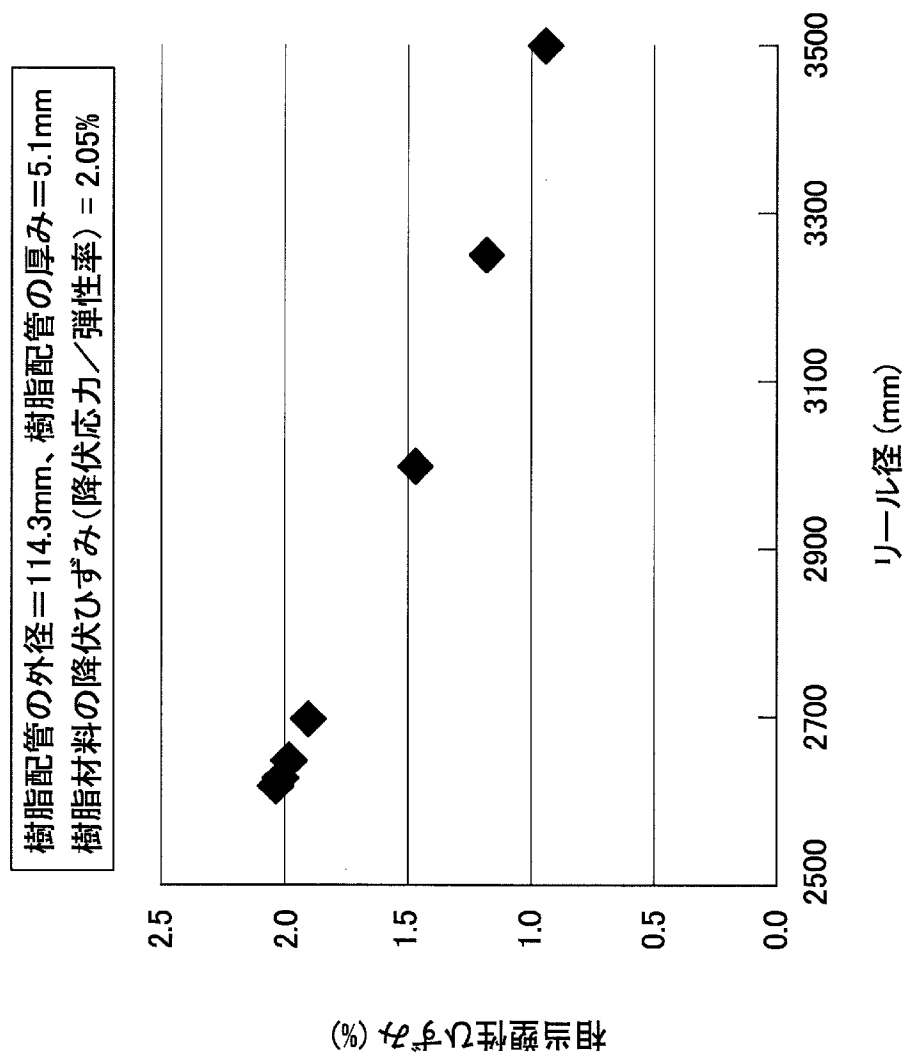
[図13]



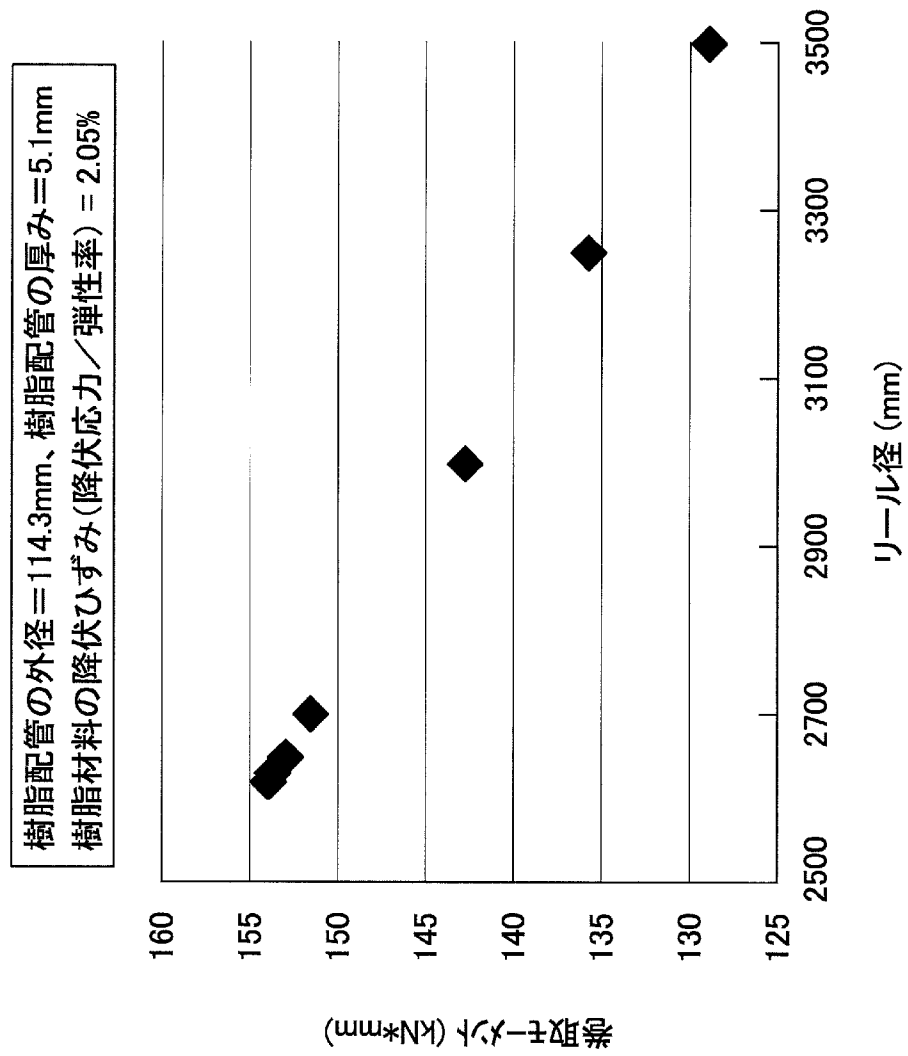
[図14]



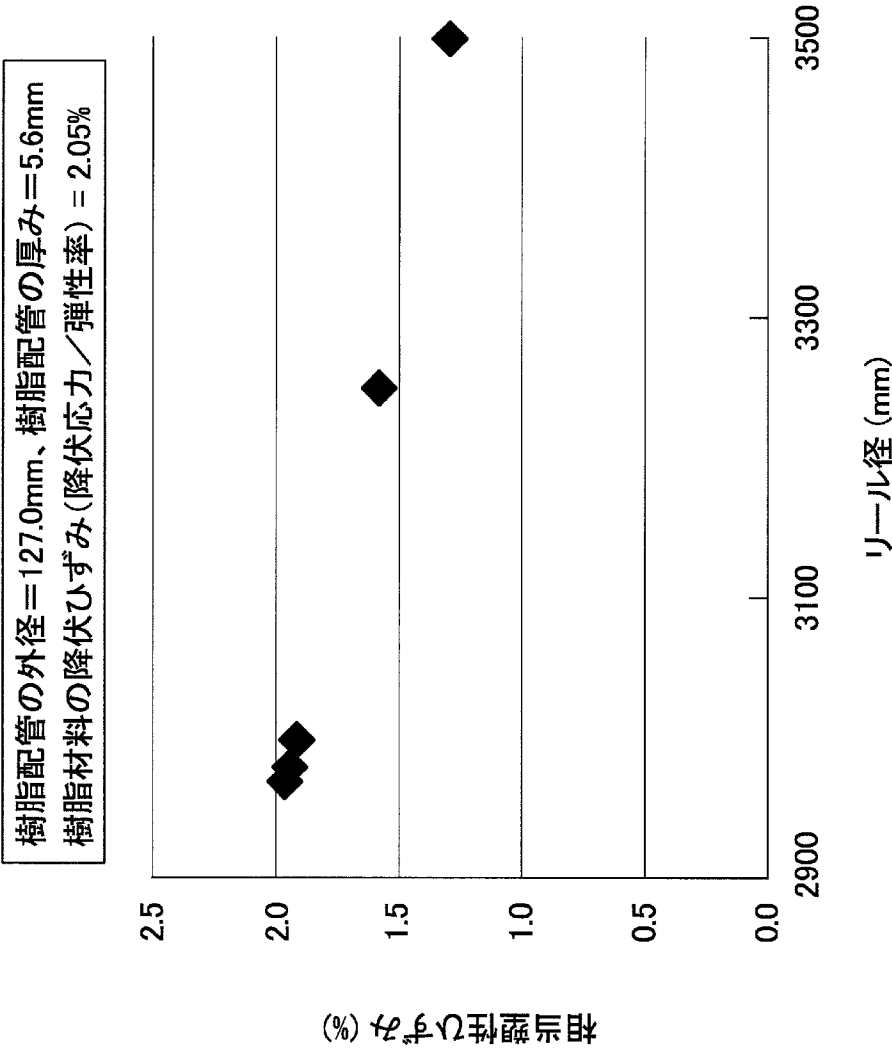
[図15]



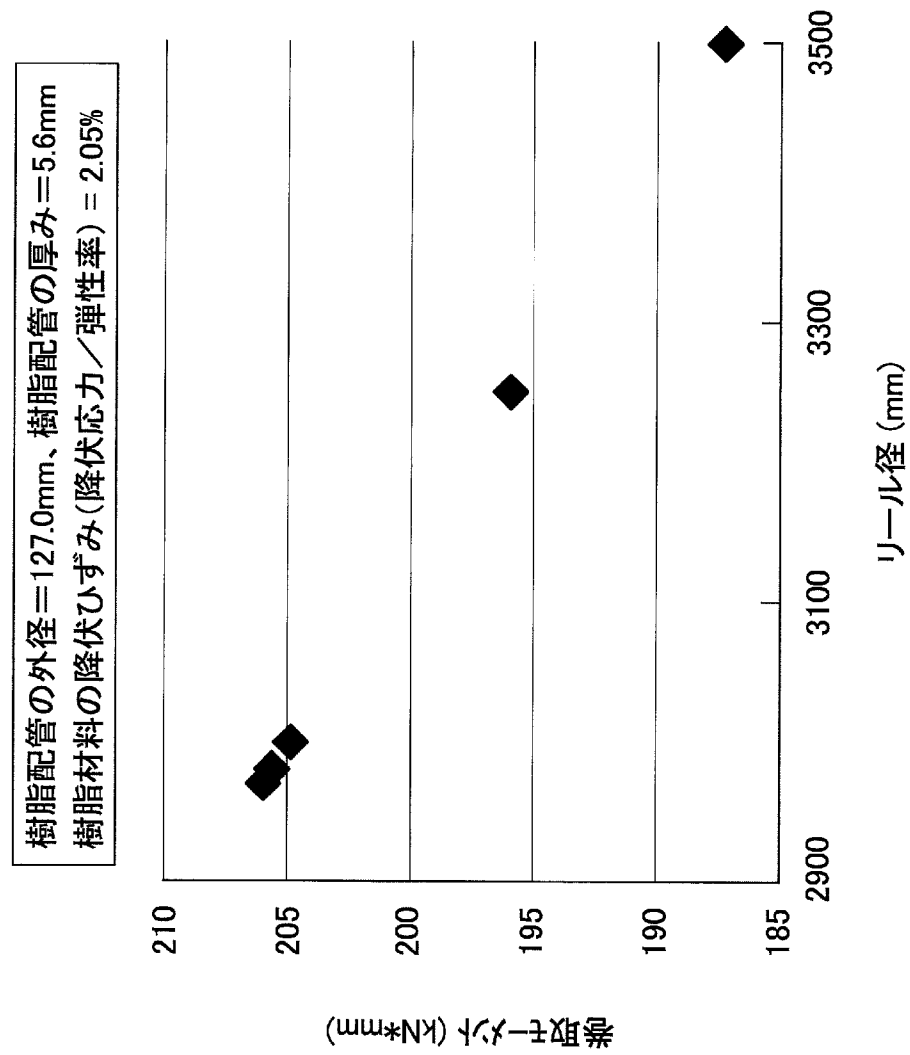
[図16]



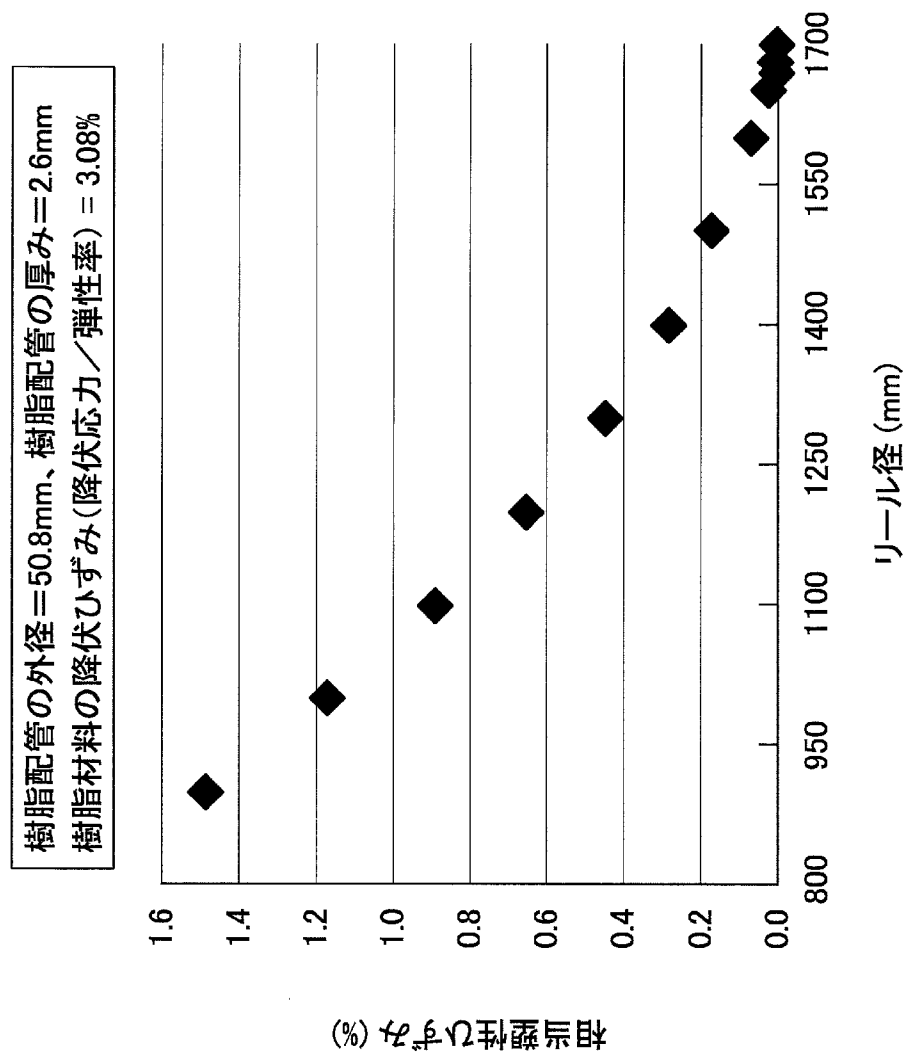
[図17]



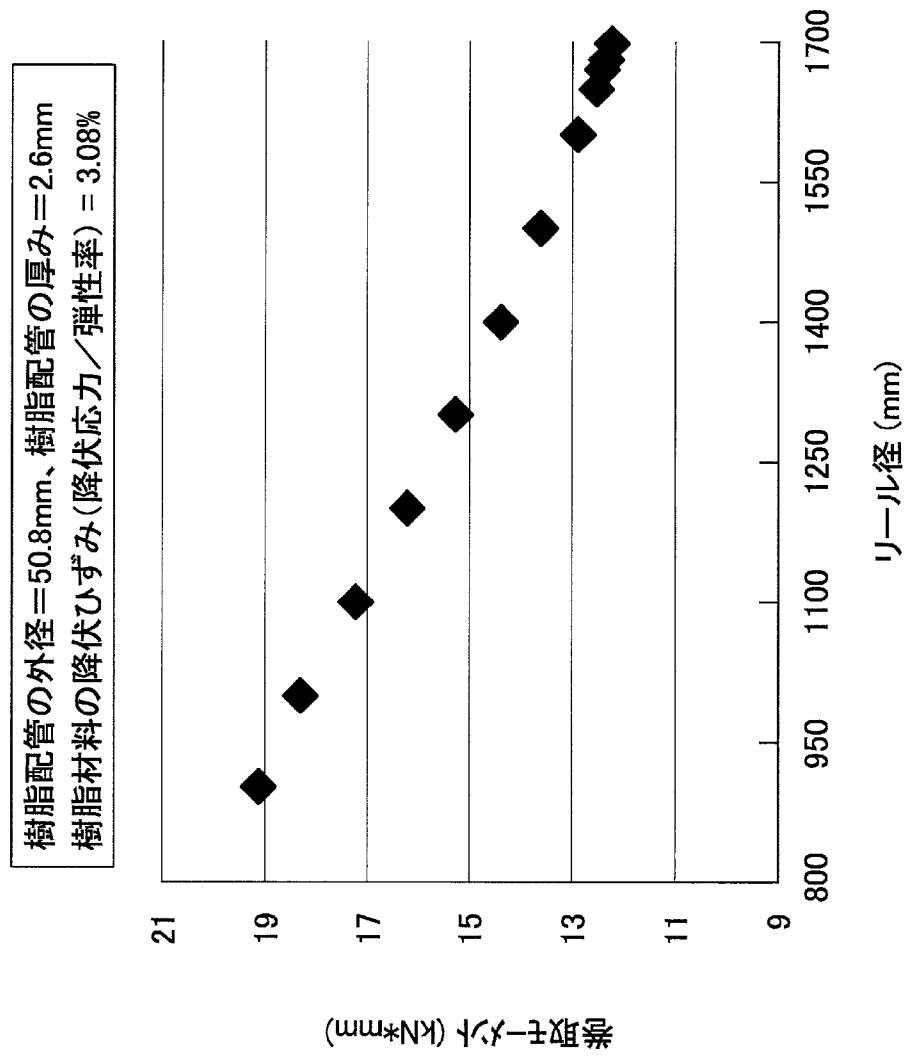
[図18]



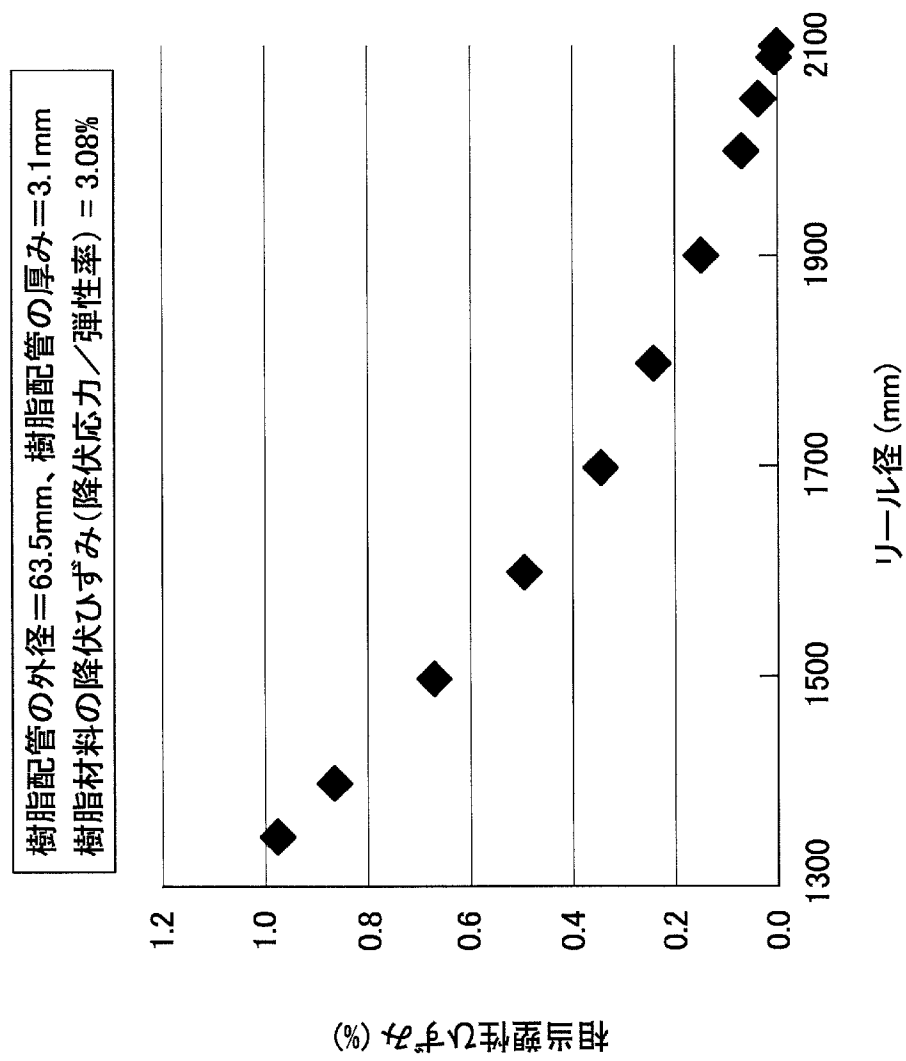
[図19]



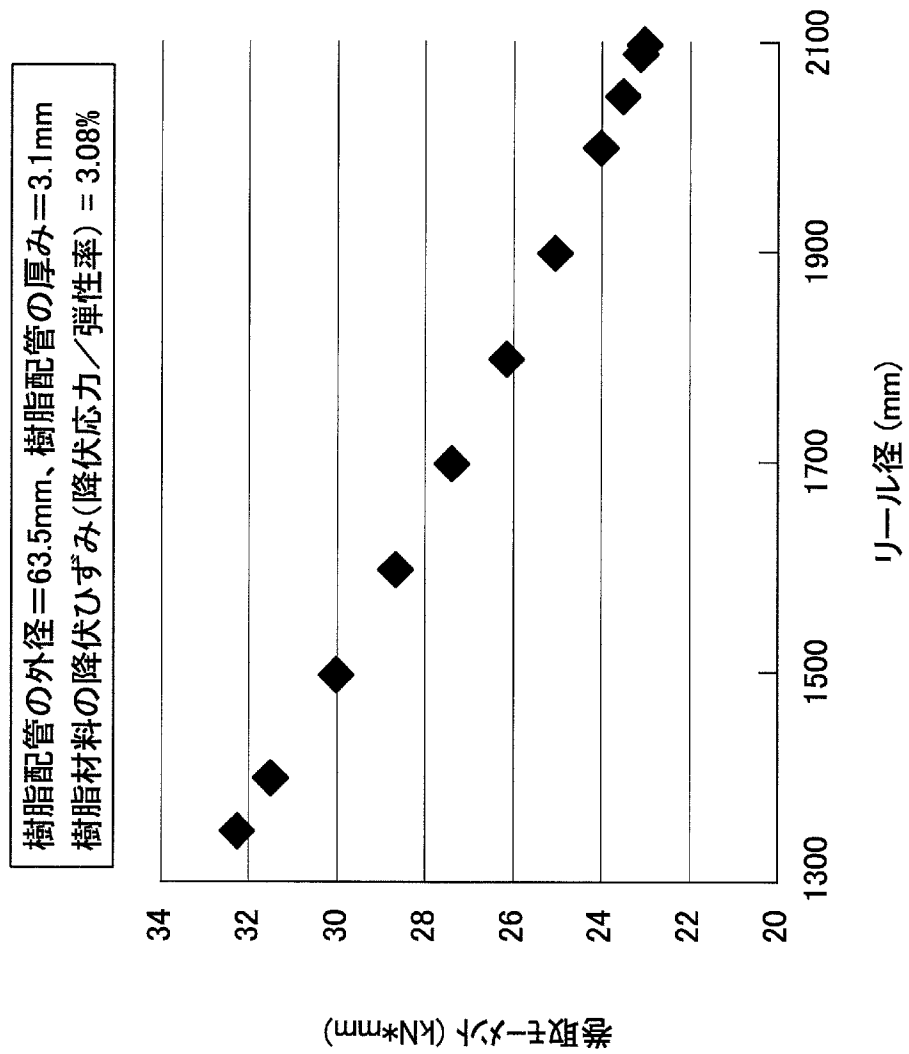
[図20]



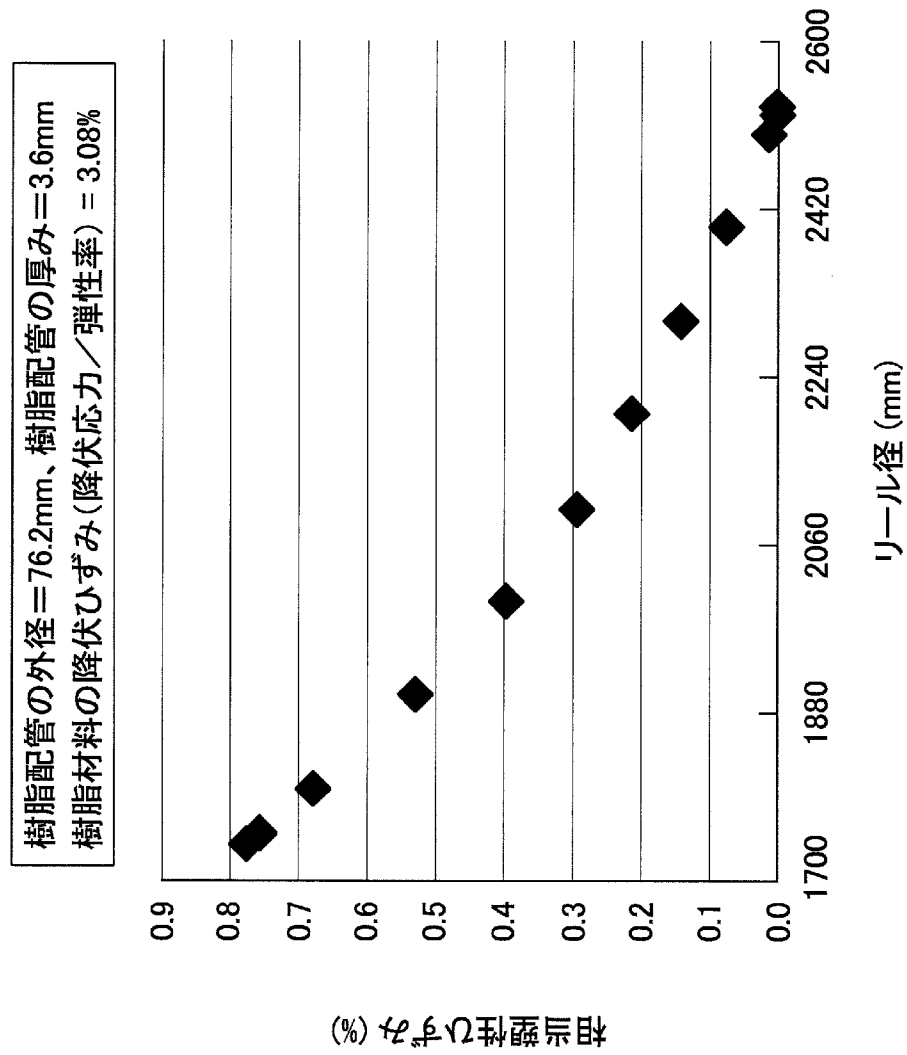
[図21]



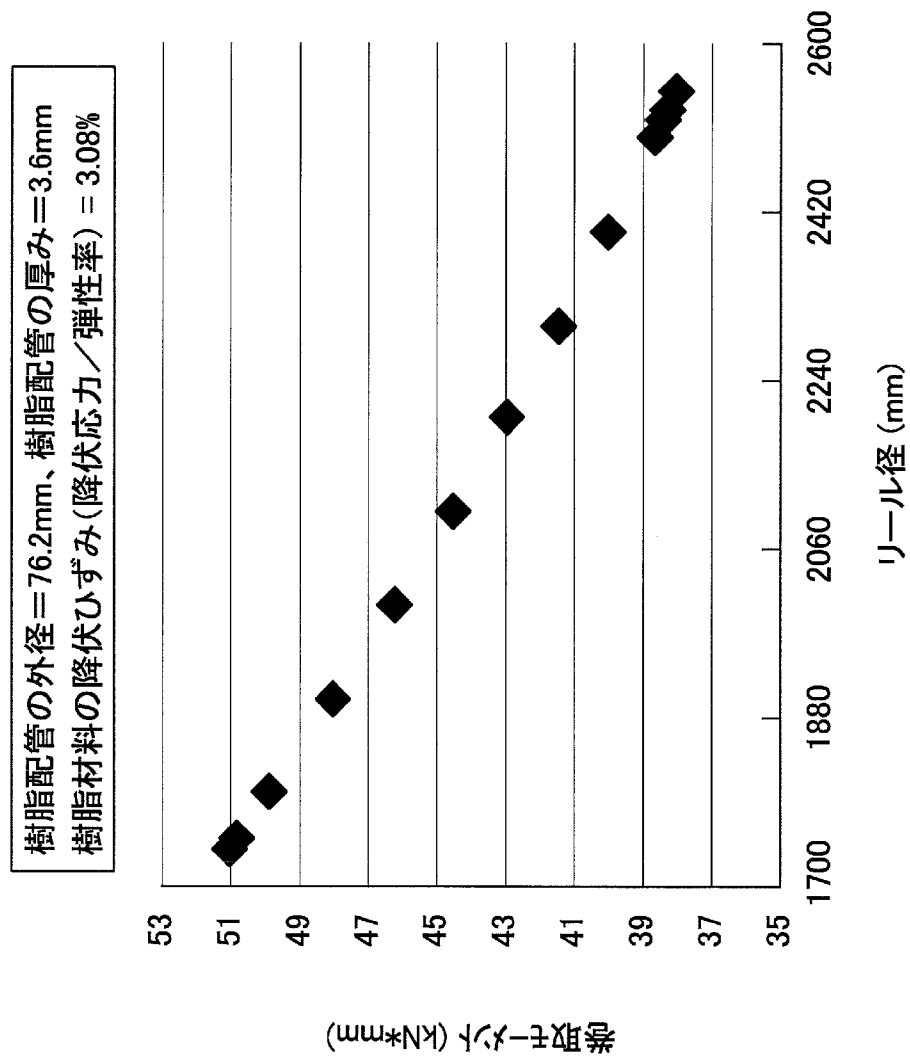
[図22]



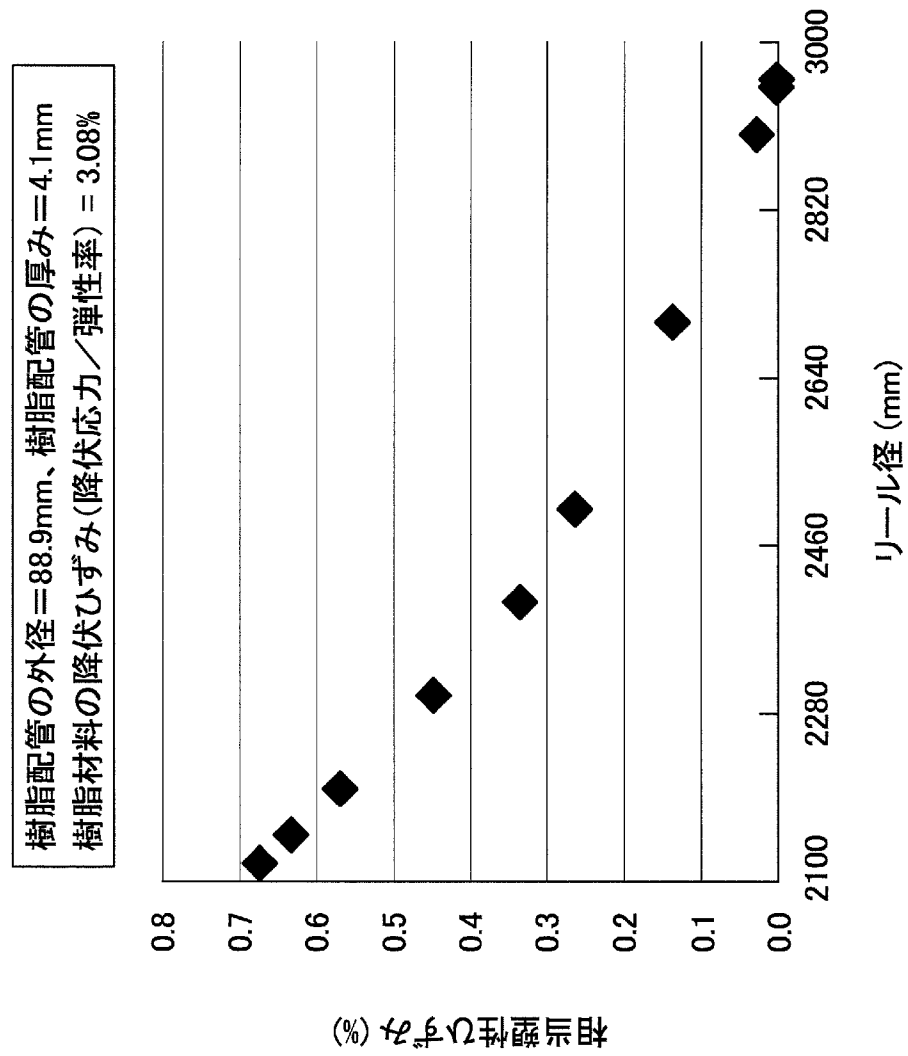
[図23]



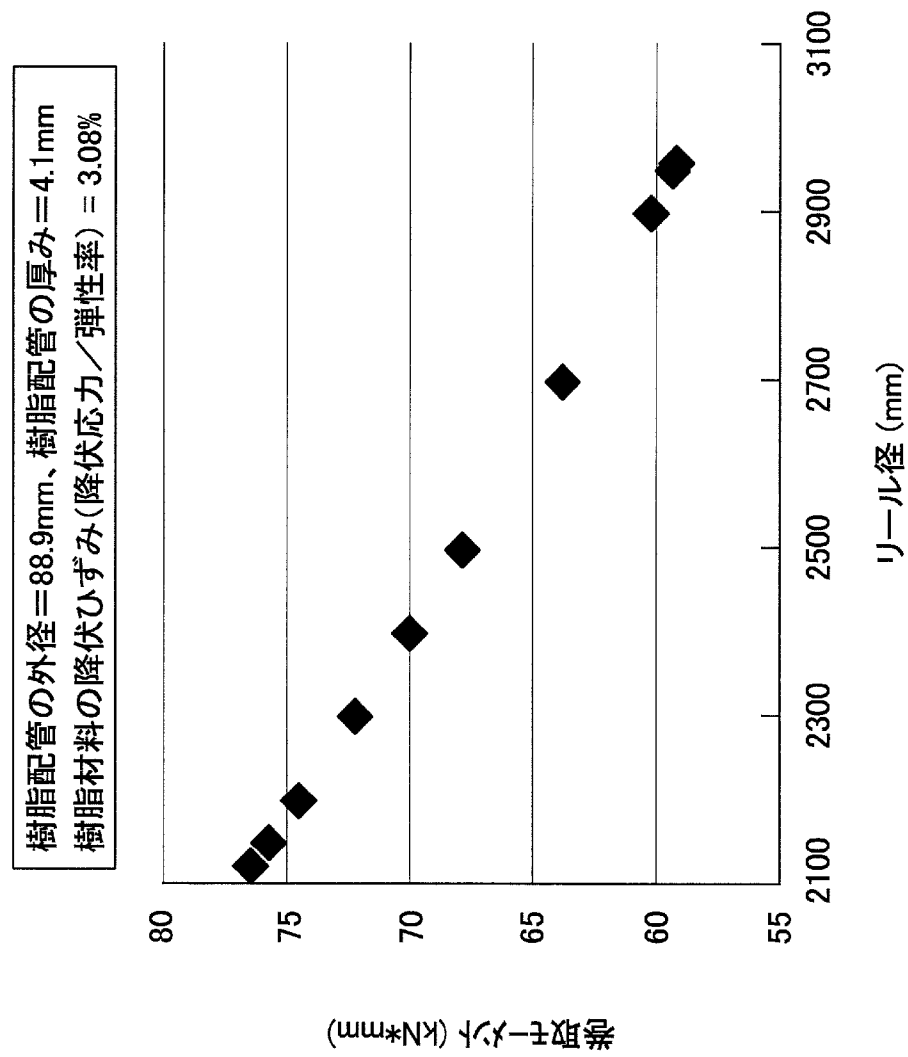
[図24]



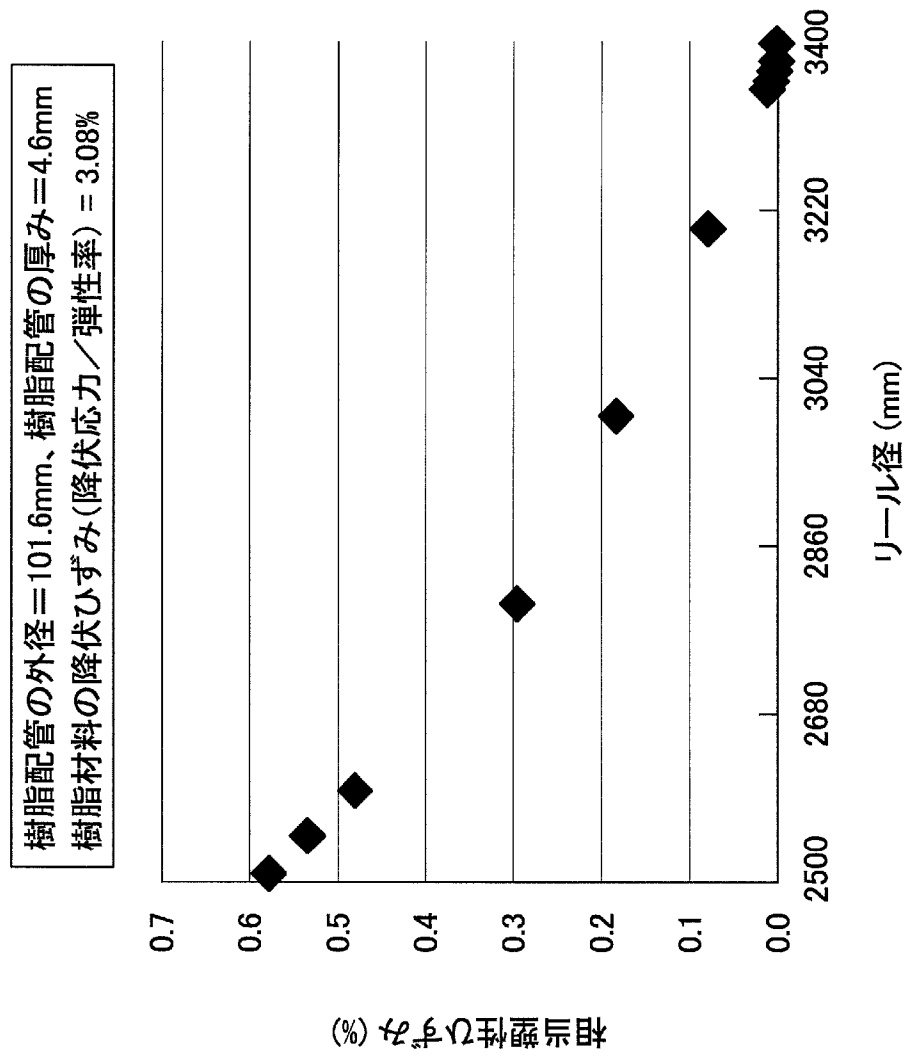
[図25]



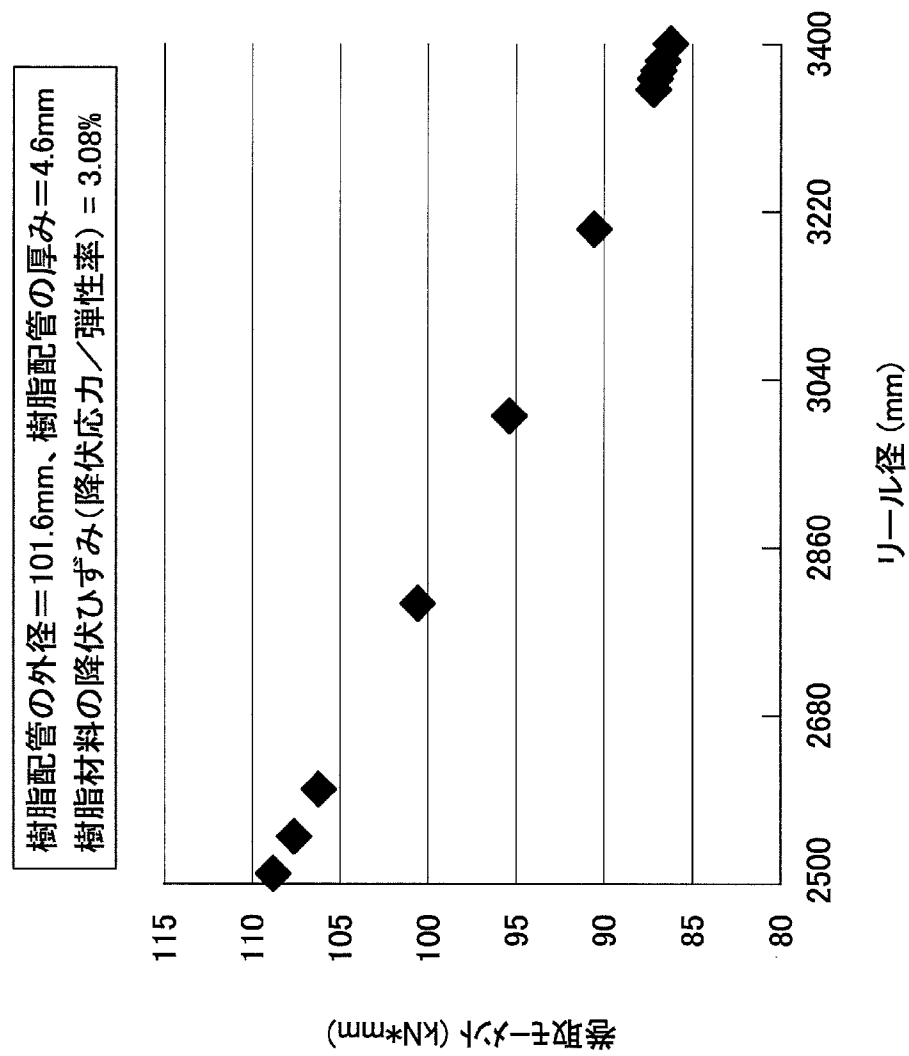
[図26]



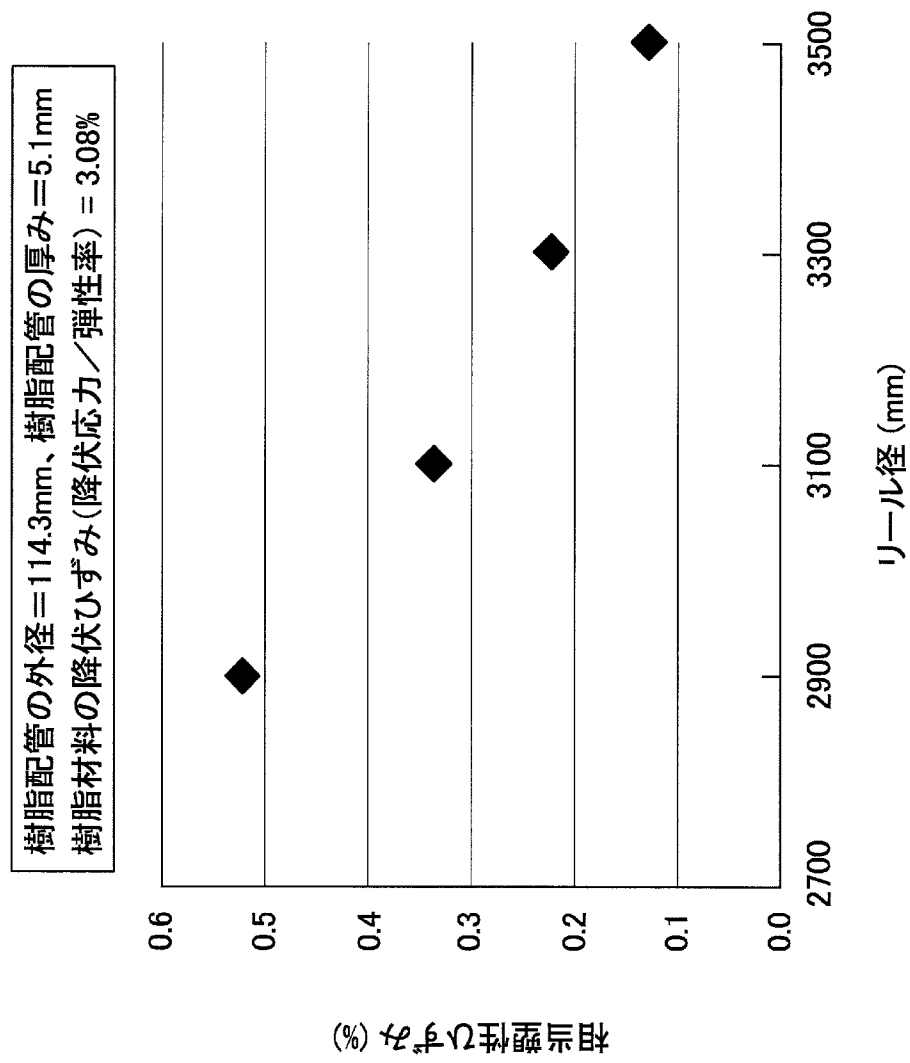
[図27]



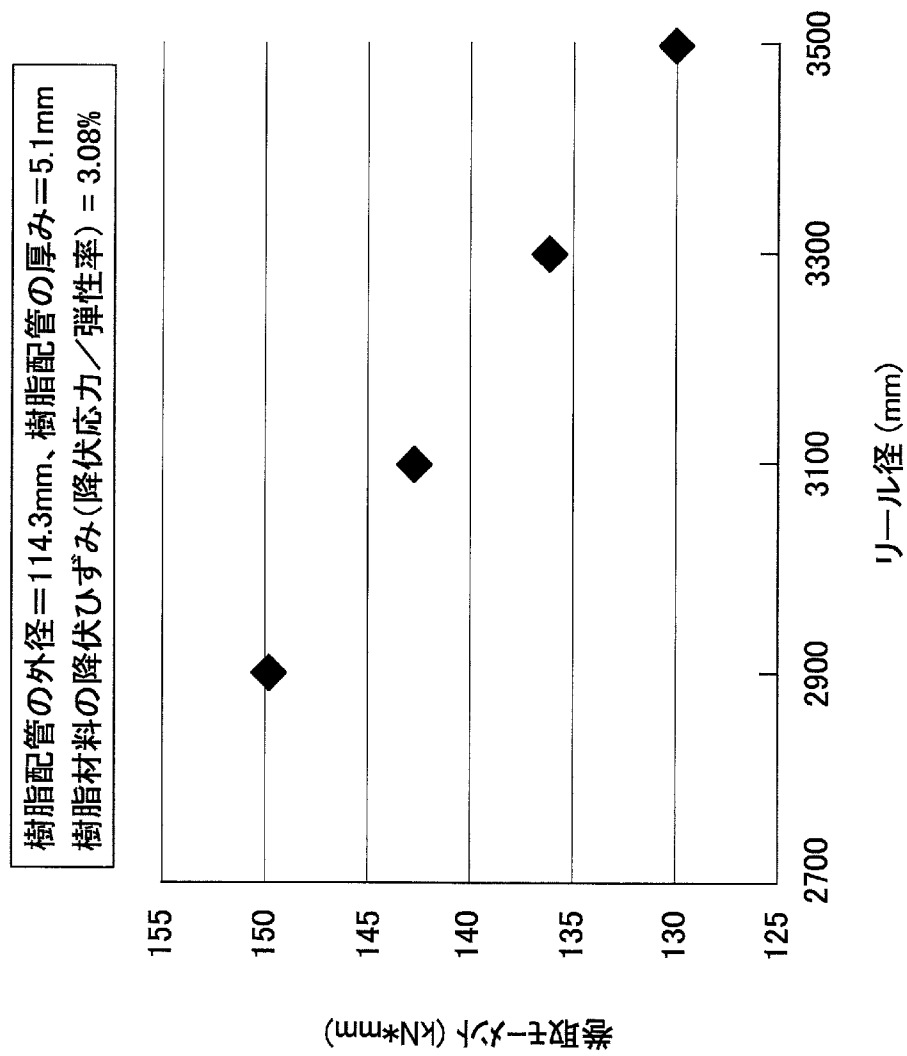
[図28]



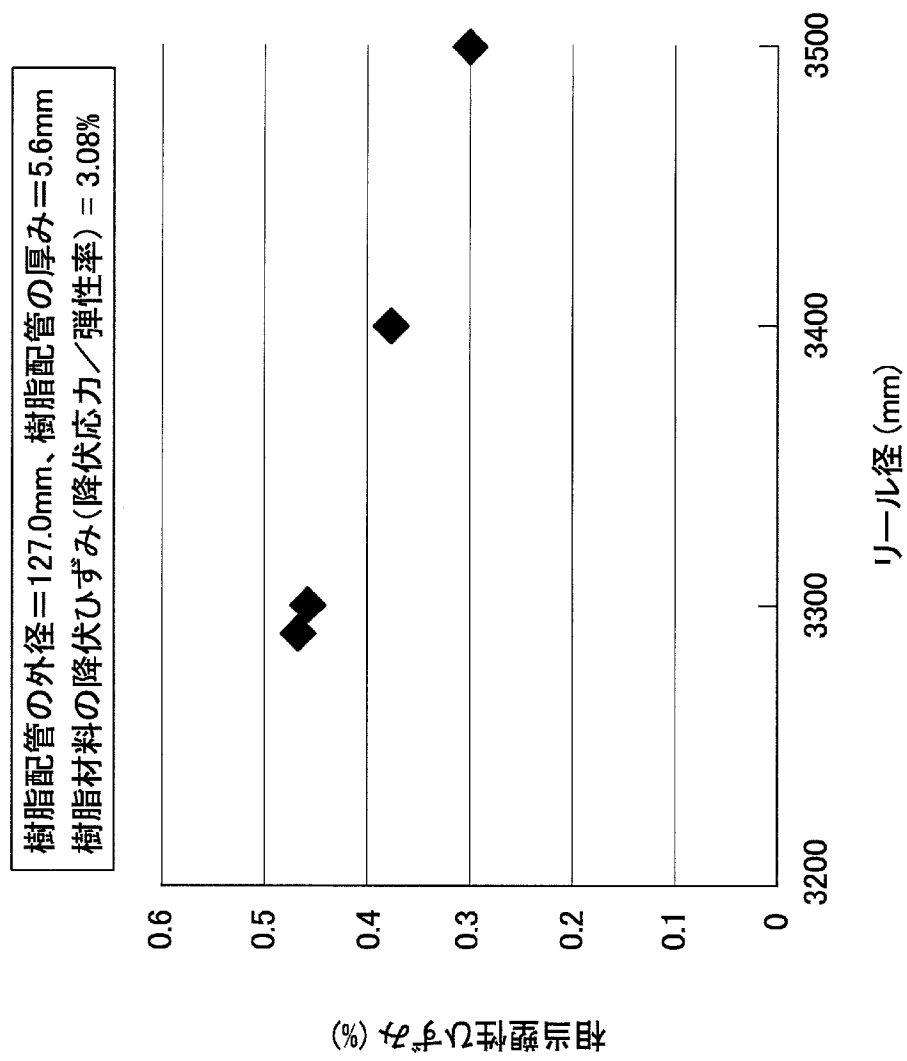
[図29]



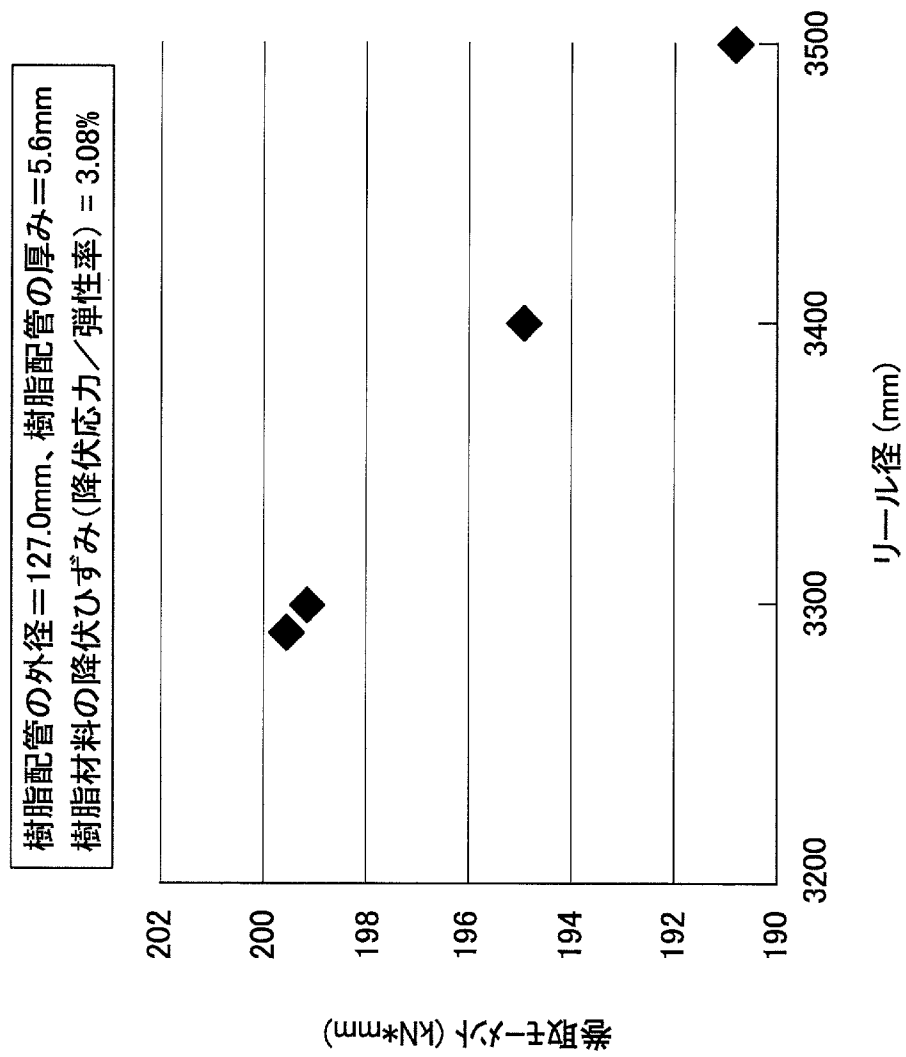
[図30]



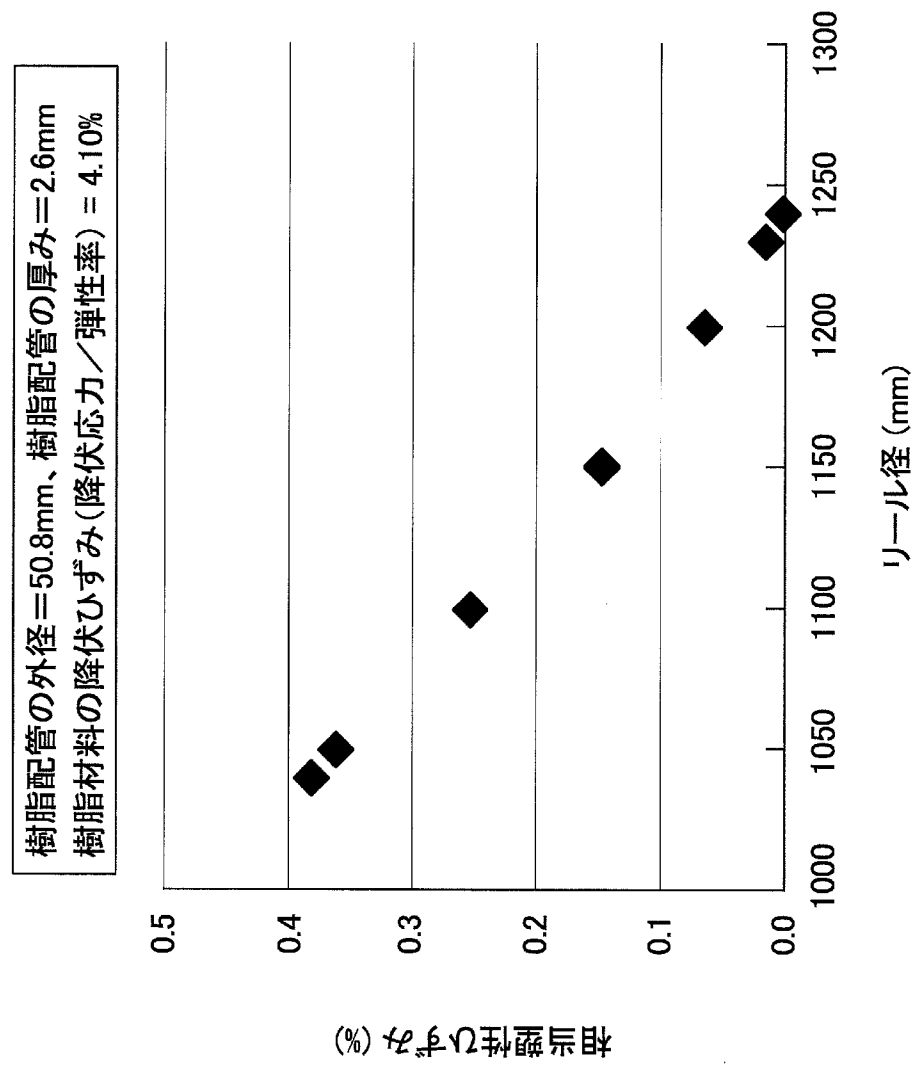
[図31]



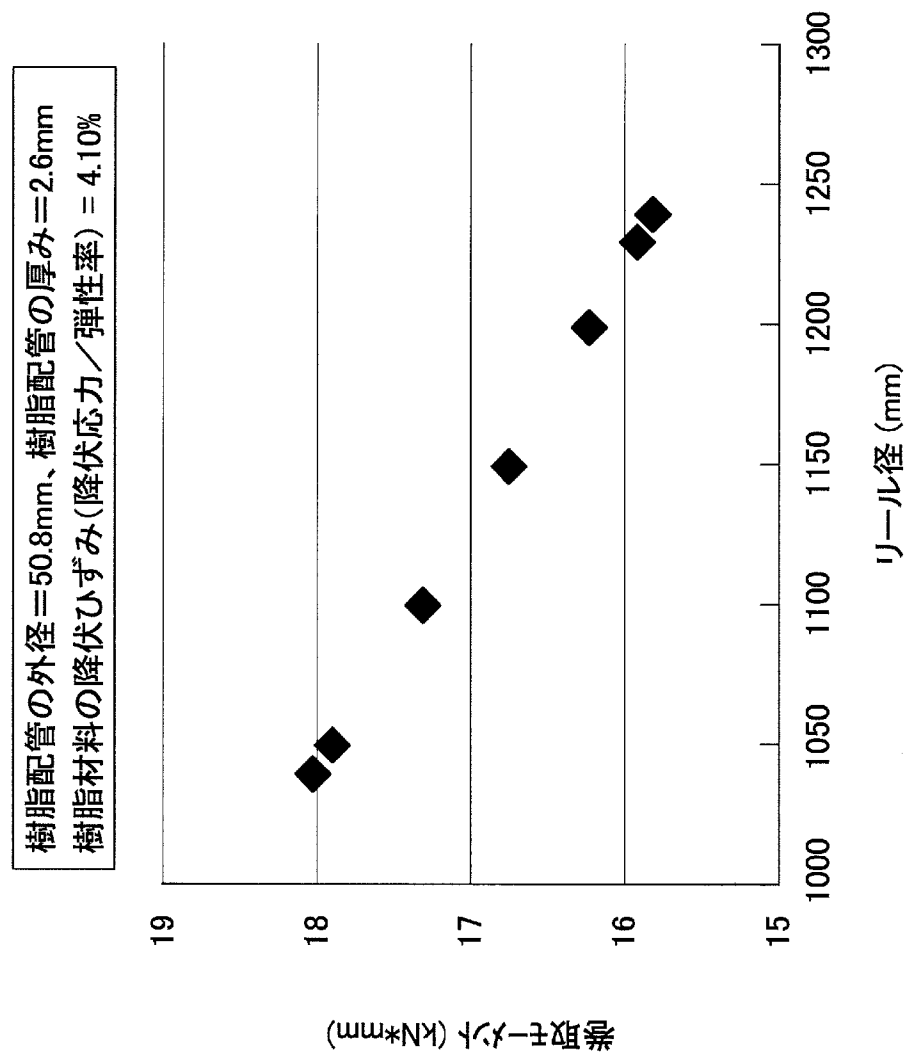
[図32]



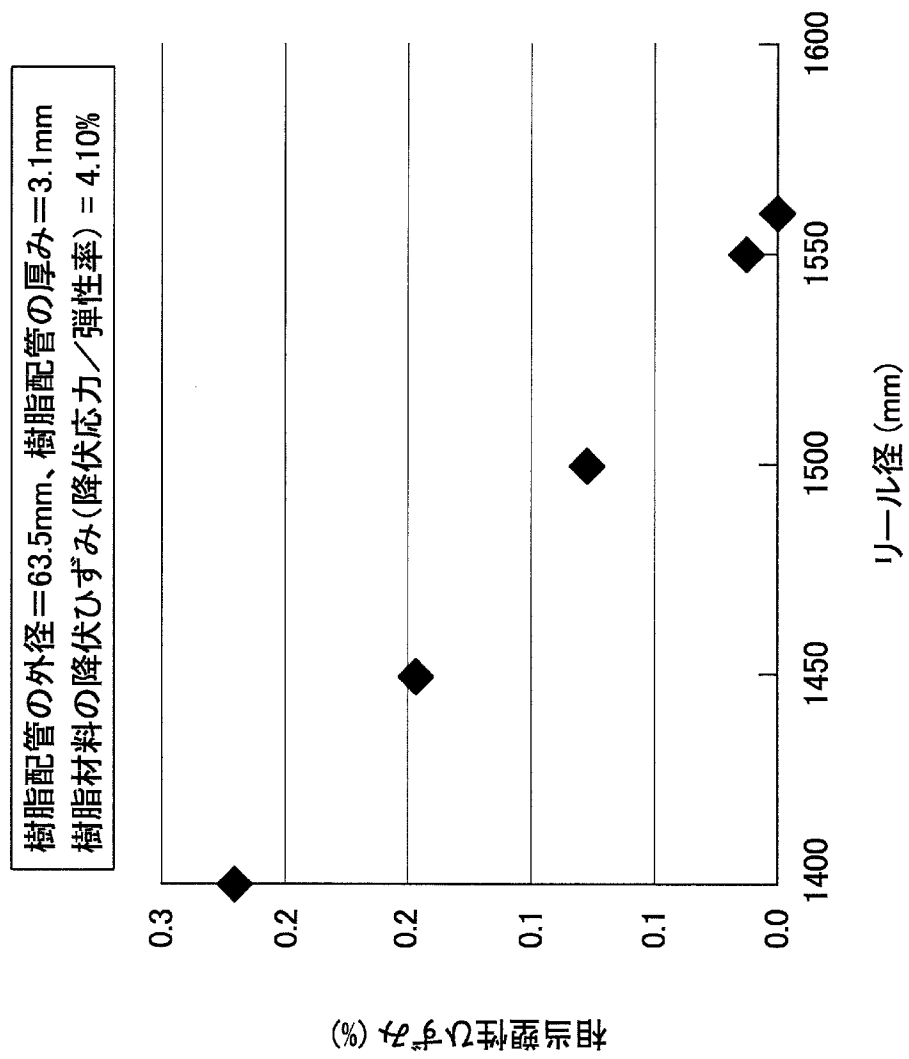
[図33]



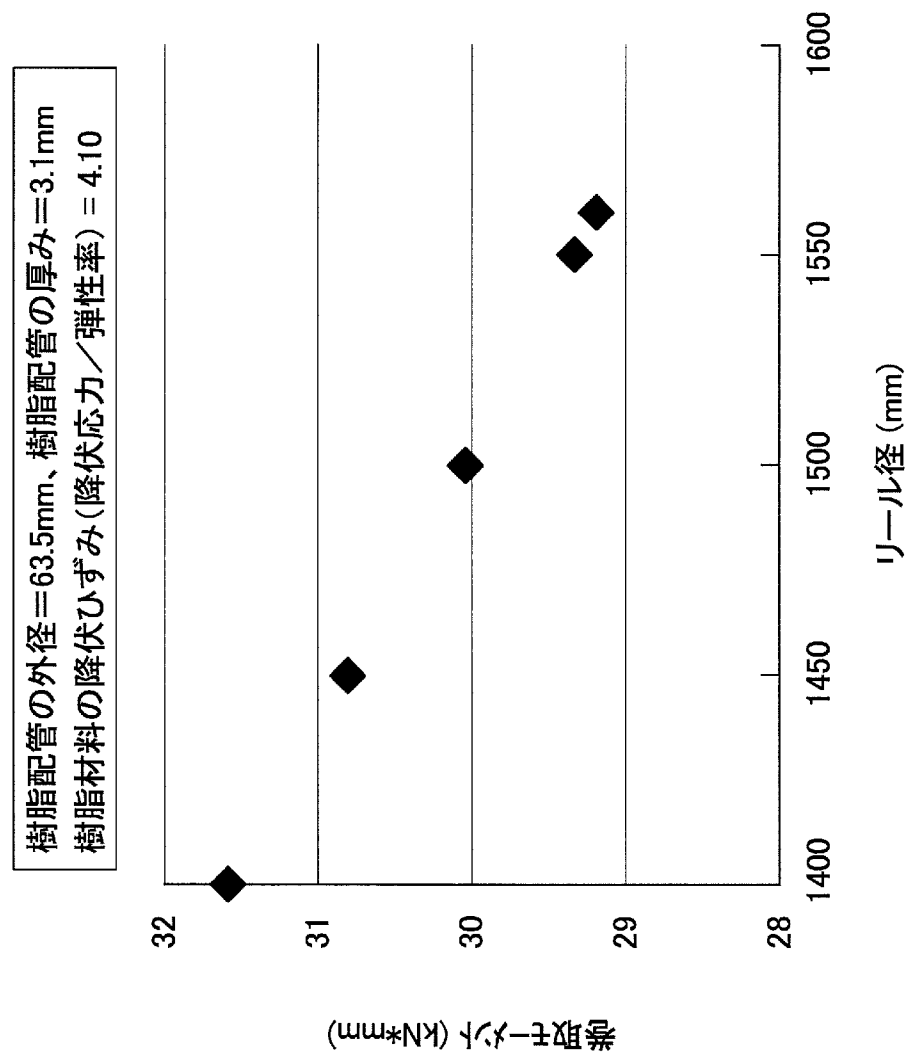
[図34]



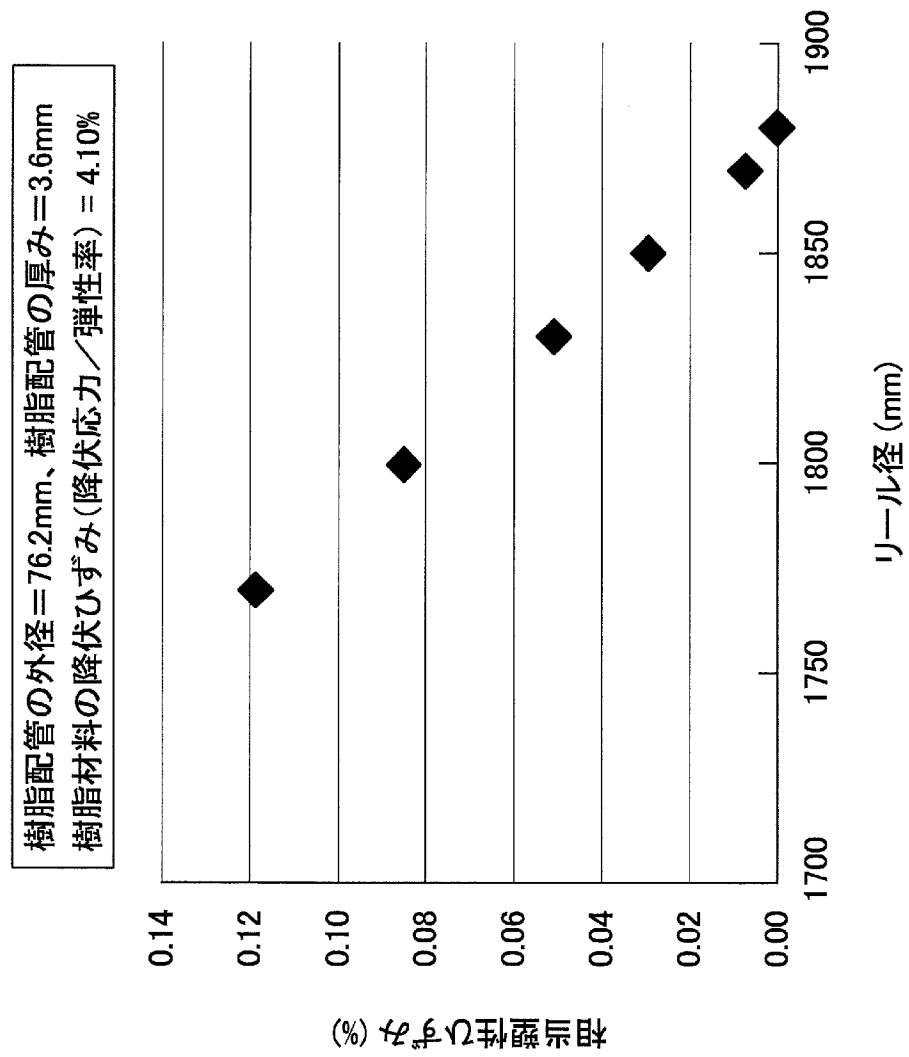
[図35]



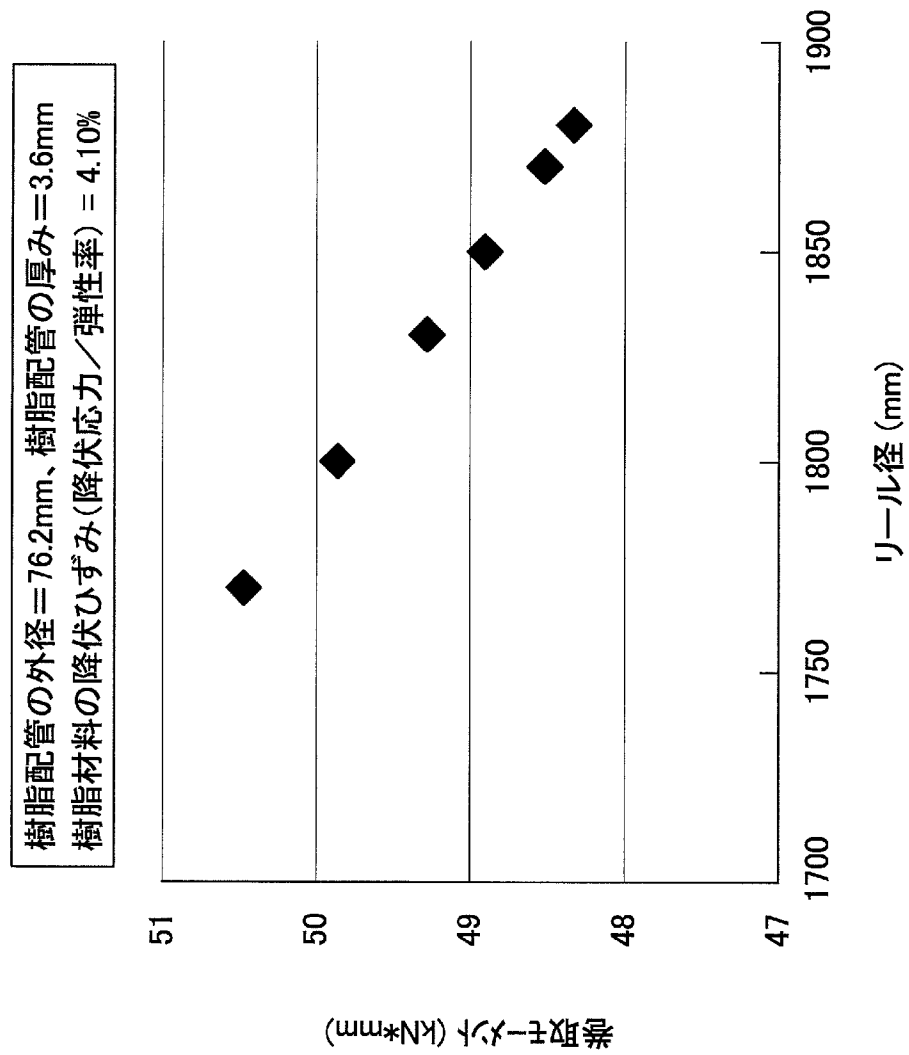
[図36]



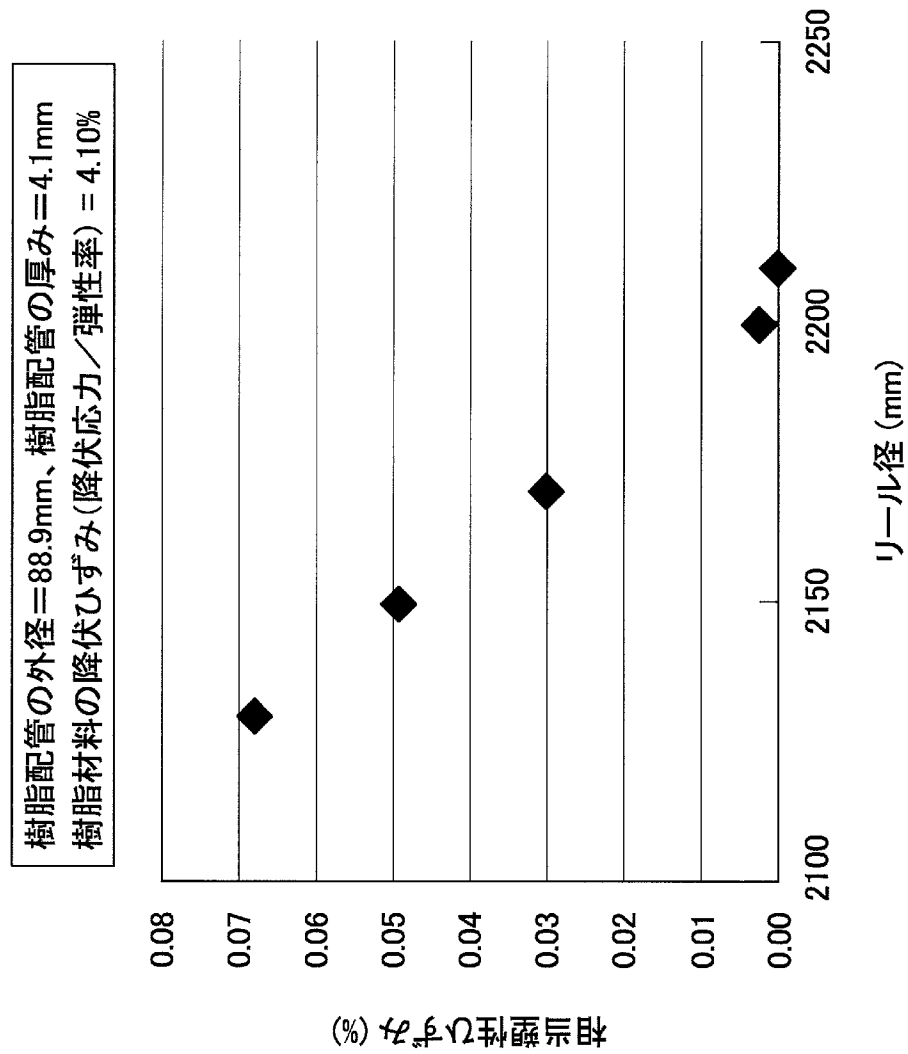
[図37]



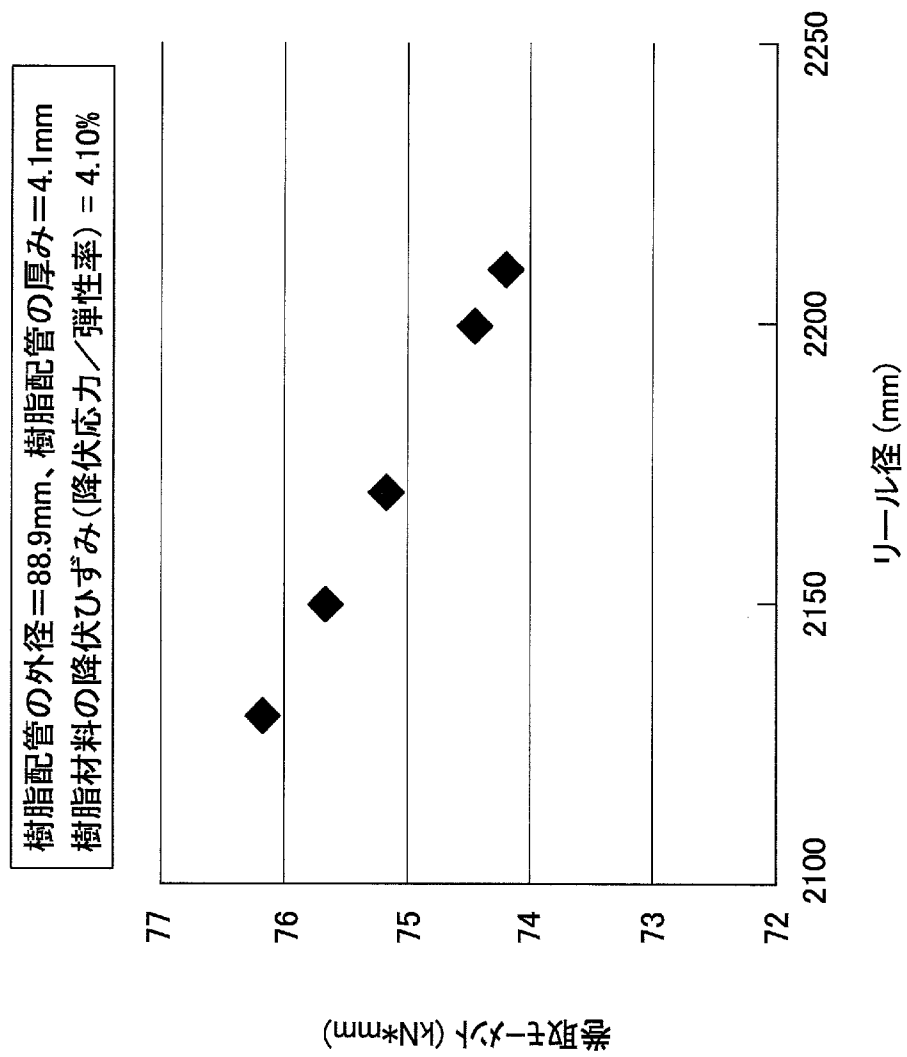
[図38]



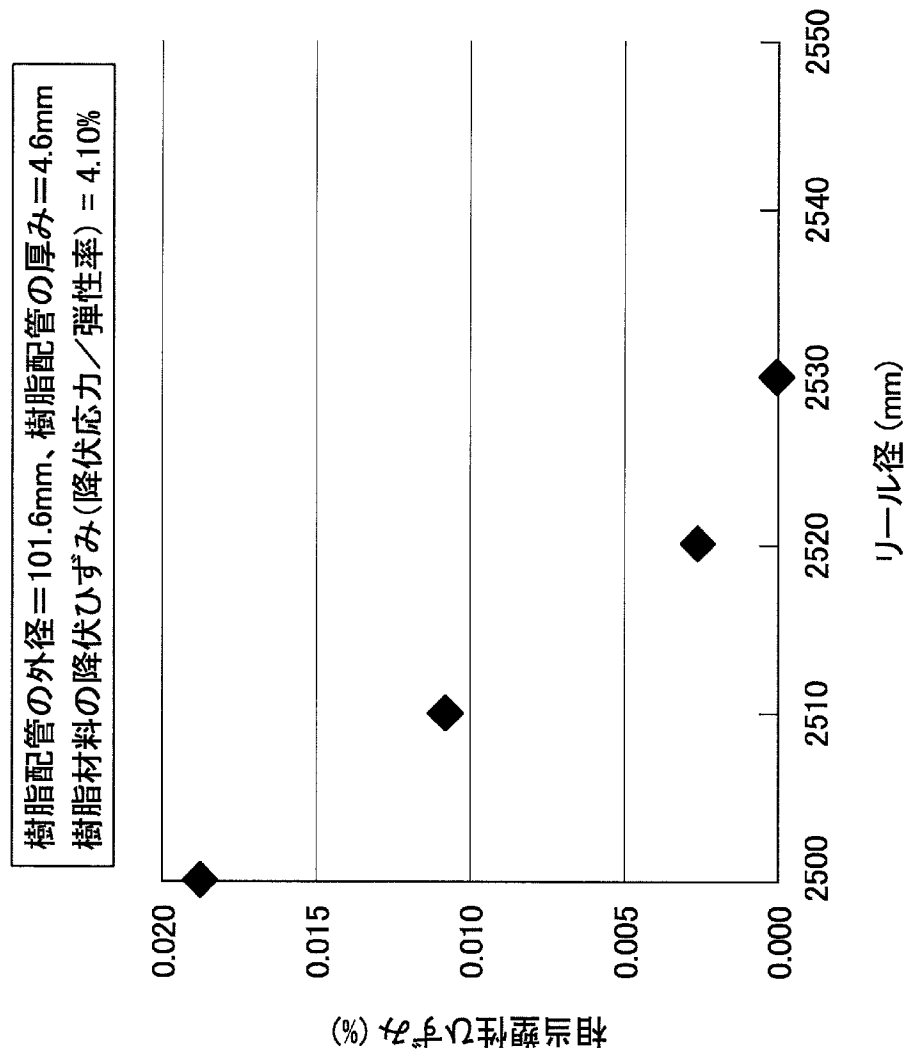
[図39]



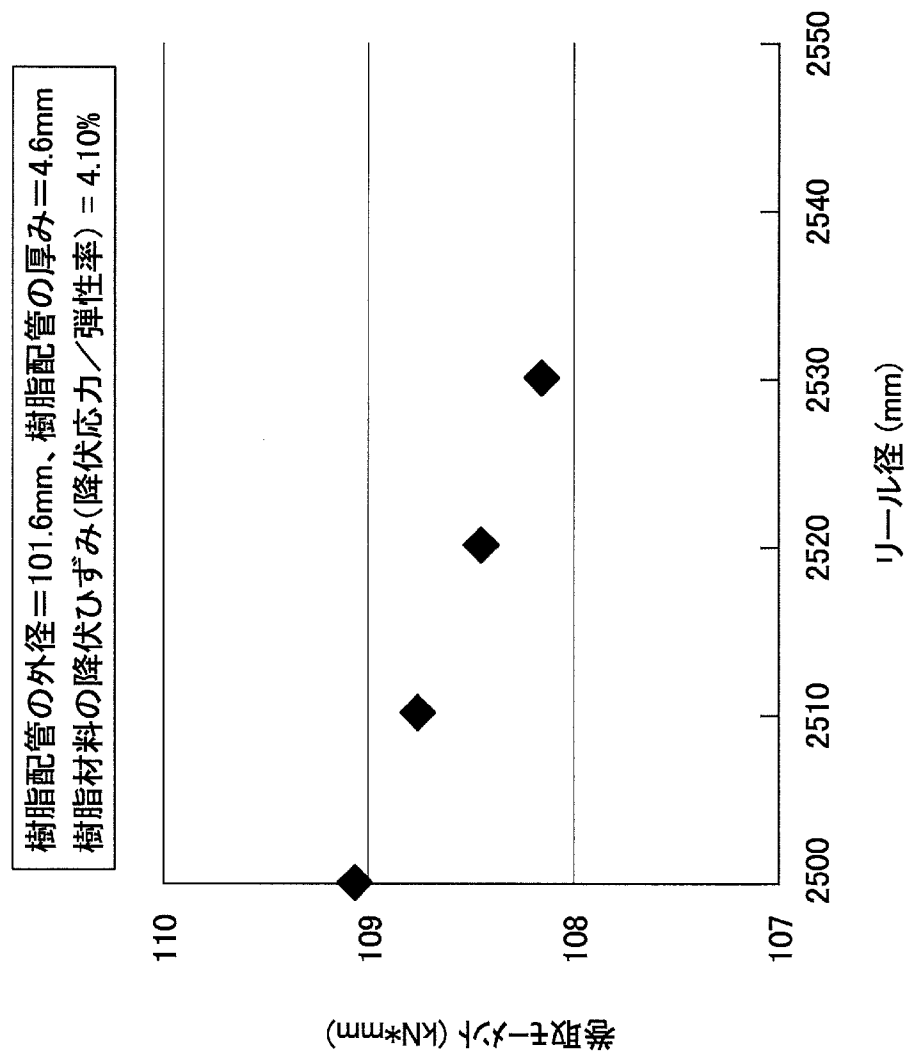
[図40]



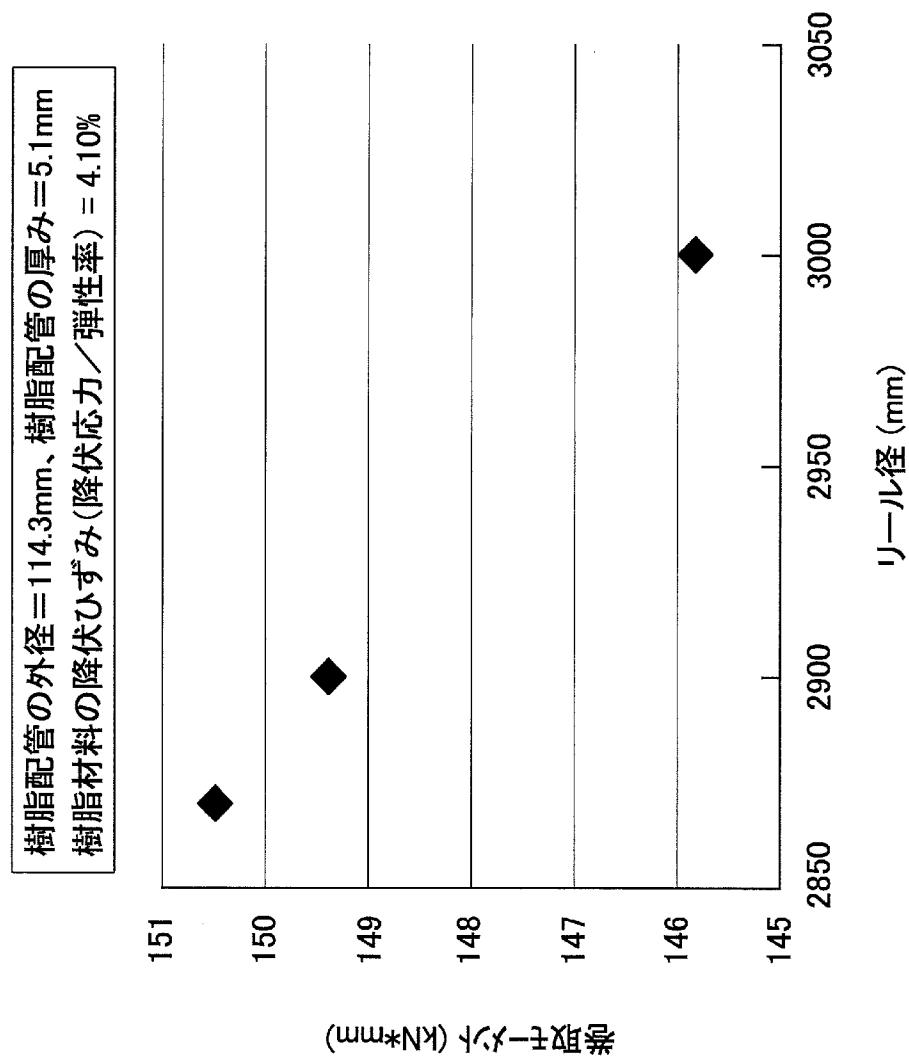
[図41]



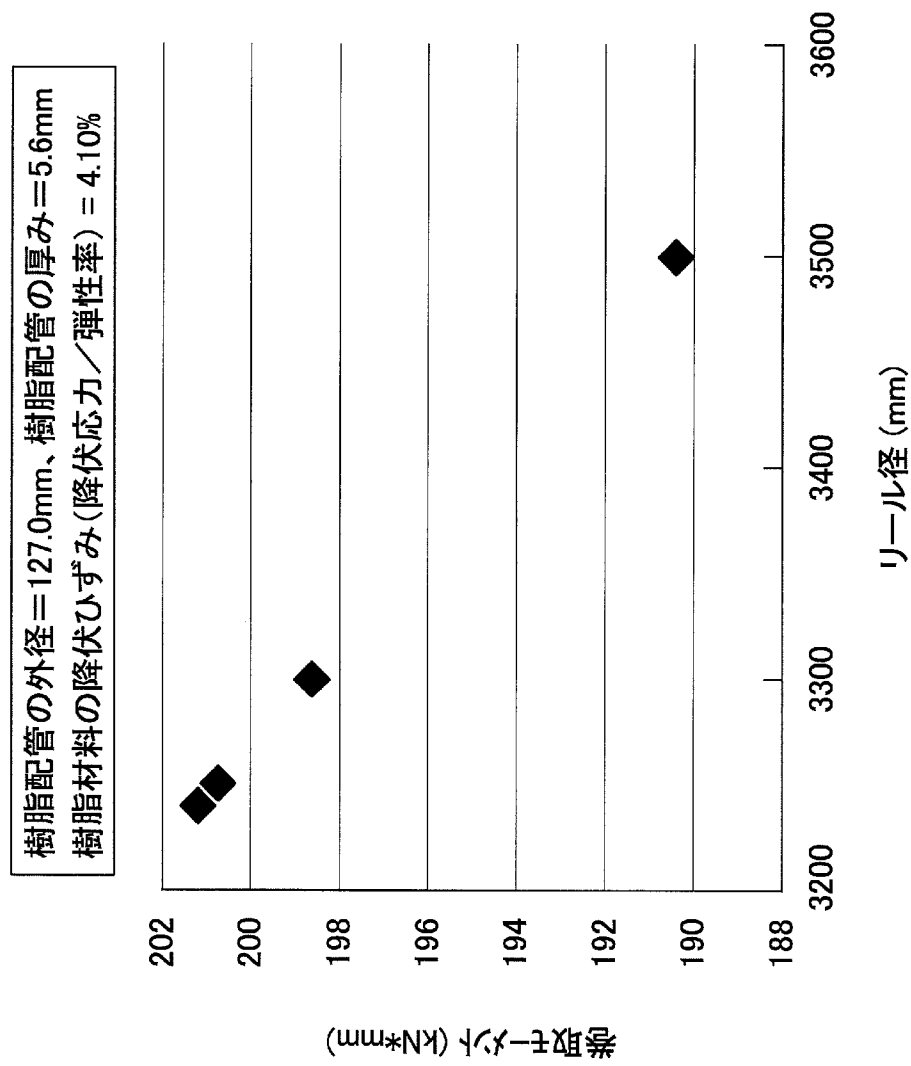
[図42]



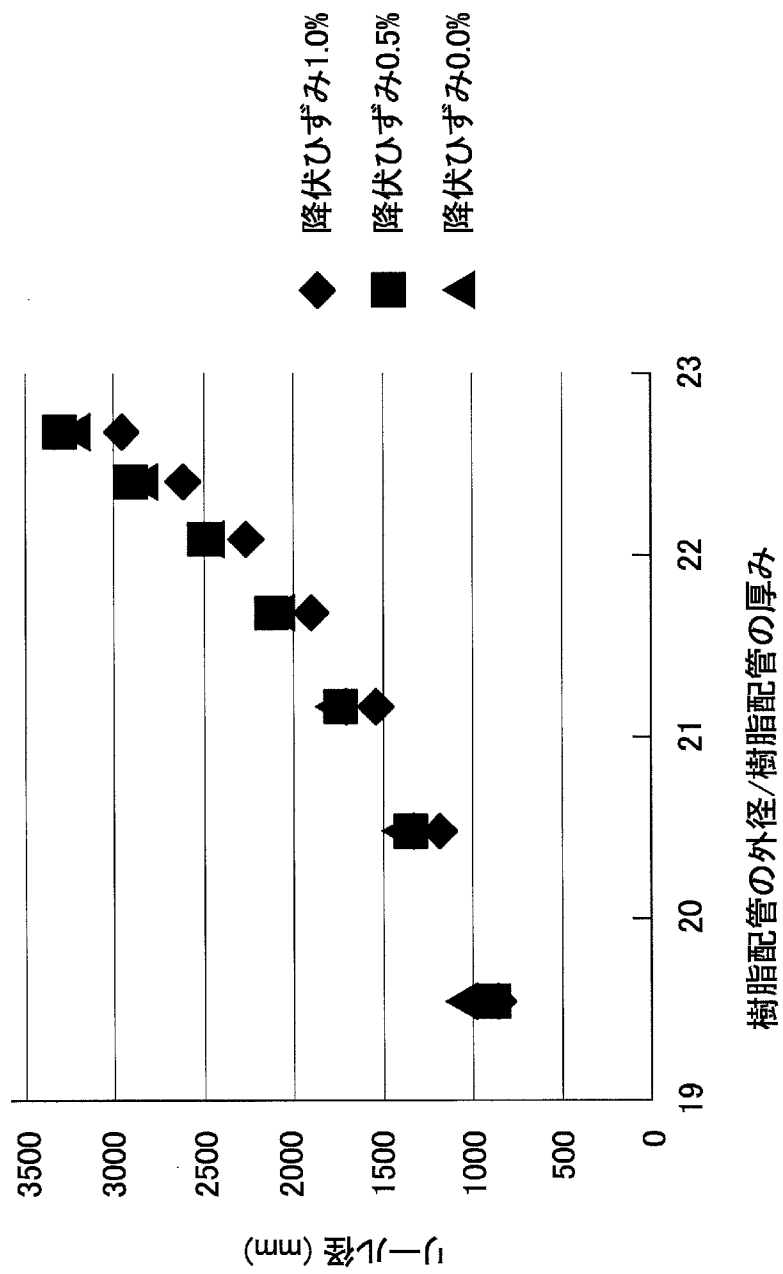
[図43]



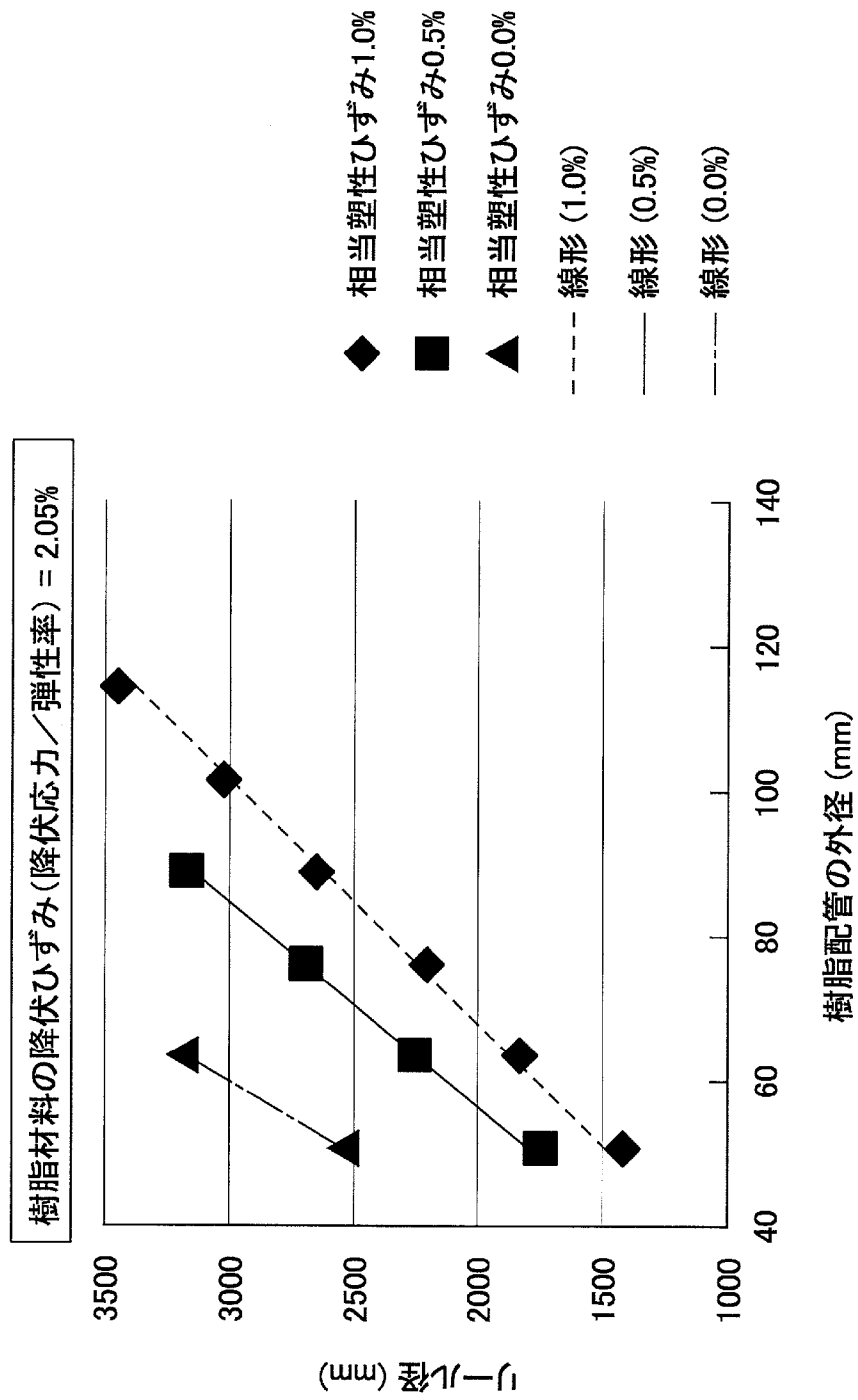
[図44]



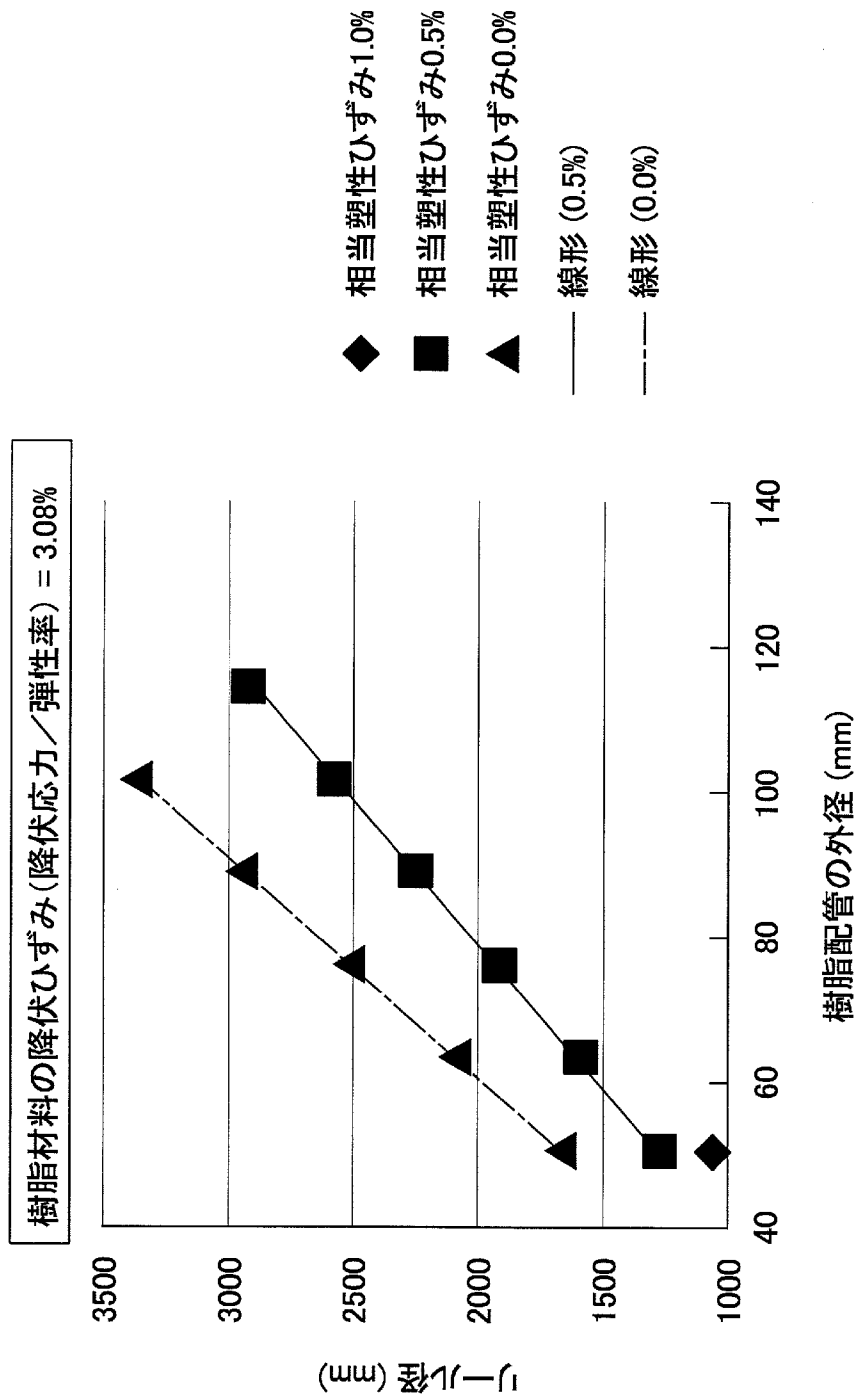
[図45]



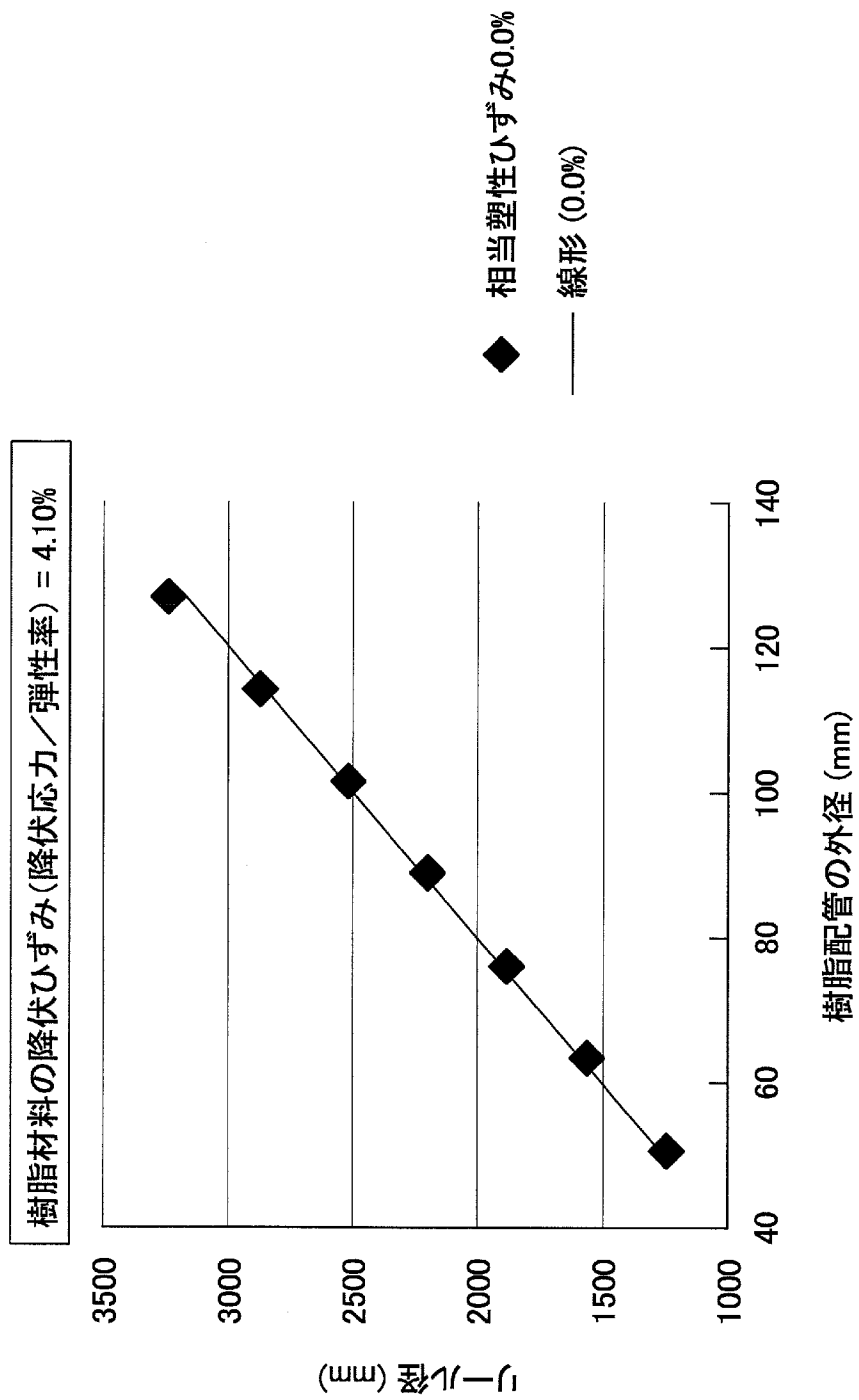
[図46]



[図47]



[図48]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001716

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B65H75/10(2006.01)i, B65H75/36(2006.01)i, F16L11/04(2006.01)n

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)

B65H75/10, B65H75/36, F16L11/04

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y	WO 2014/013994 A1 (Daikin Industries, Ltd.), 23 January 2014 (23.01.2014), paragraphs [0027], [0052] & KR 10-2015-0031450 A & TW 201411019 A	1-9
Y	JP 2015-178899 A (Daikin Industries, Ltd.), 08 October 2015 (08.10.2015), paragraph [0050] & WO 2015/129866 A1 paragraph [0050] & KR 10-2016-0119202 A & CN 106068413 A	1-9
Y	JP 10-299955 A (Mitsubishi Cable Industries, Ltd.), 13 November 1998 (13.11.1998), paragraph [0009] (Family: none)	1-8

☒ 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
08 February 2017 (08.02.17)

Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/001716

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, A	WO 2016/035834 A1 (Daikin Industries, Ltd.), 10 March 2016 (10.03.2016), paragraph [0093] & TW 201621200 A	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B65H75/10(2006.01)i, B65H75/36(2006.01)i, F16L11/04(2006.01)n

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（IPC））

Int.Cl. B65H75/10, B65H75/36, F16L11/04

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 請求項の番号
Y	WO 2014/013994 A1（ダイキン工業株式会社）2014.01.23, [0027], [0052] & KR 10-2015-0031450 A & TW 201411019 A	1-9
Y	JP 2015-178899 A（ダイキン工業株式会社）2015.10.08, [0050] & WO 2015/129866 A1 [0050] & KR 10-2016-0119202 A & CN 106068413 A	1-9
Y	JP 10-299955 A（三菱電線工業株式会社）1998.11.13, [0009]（ファミリーなし）	1-8
E, A	WO 2016/035834 A1（ダイキン工業株式会社）2016.03.10, [0093] & TW 201621200 A	1-9

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

08.02.2017

国際調査報告の発送日

21.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

松原 陽介

3 B

3 4 1 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3320