

組立式超大口径推進管研究会

組立式超大口径推進管 技術資料

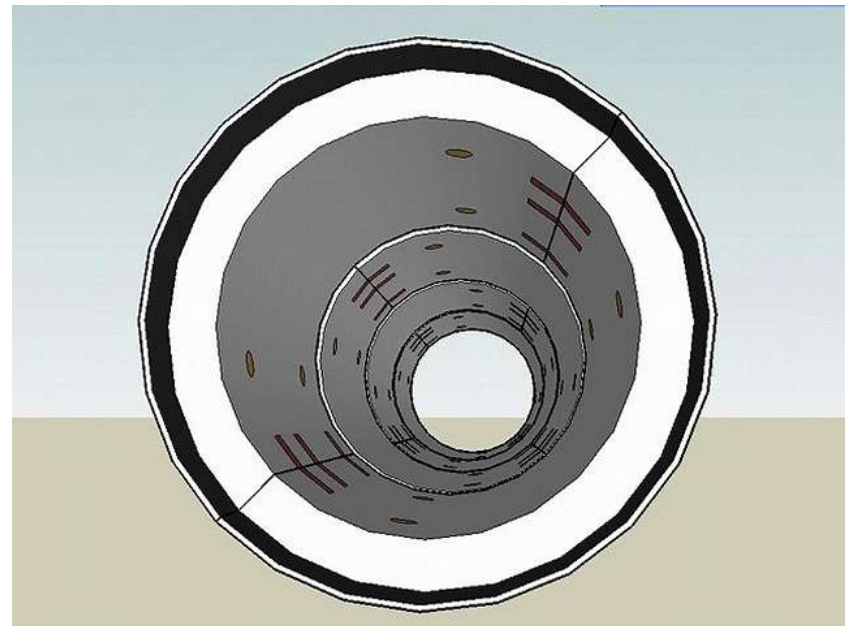
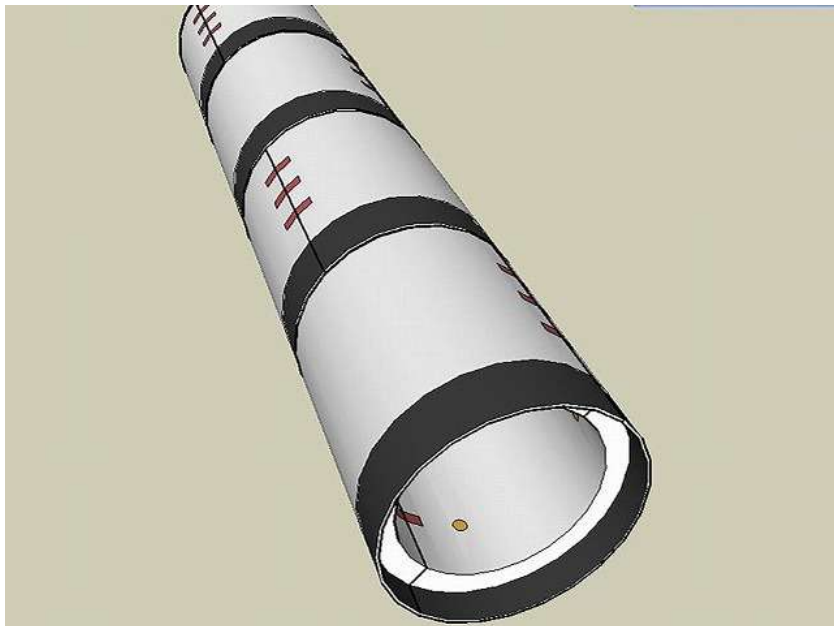
平成 22 年 3 月 15 日

組立式超大口径推進管の組立、規格、材料、性能そして耐荷力を記載

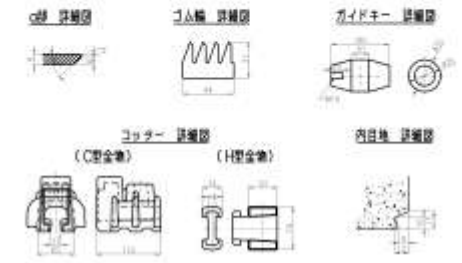
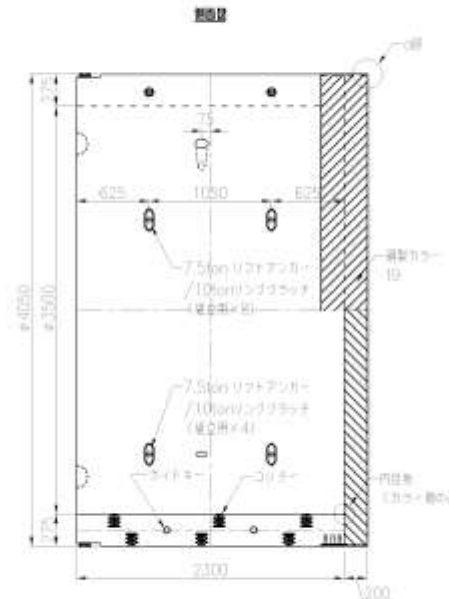
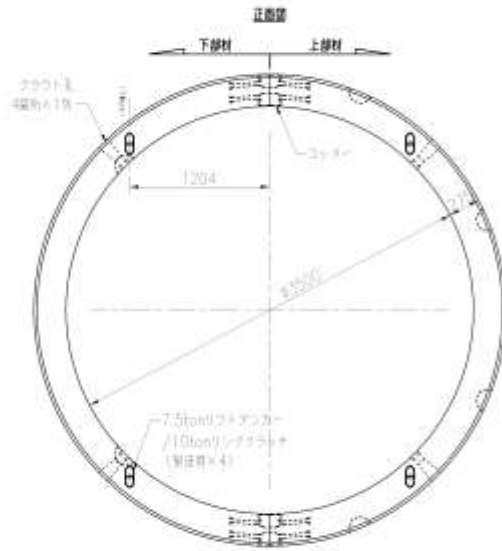




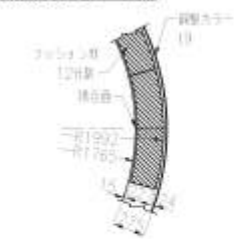




組立式超大口徑推進管 製品図

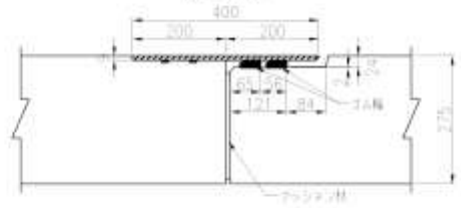


ワッシャー材 詳細図 (構造3500未満・不確定)

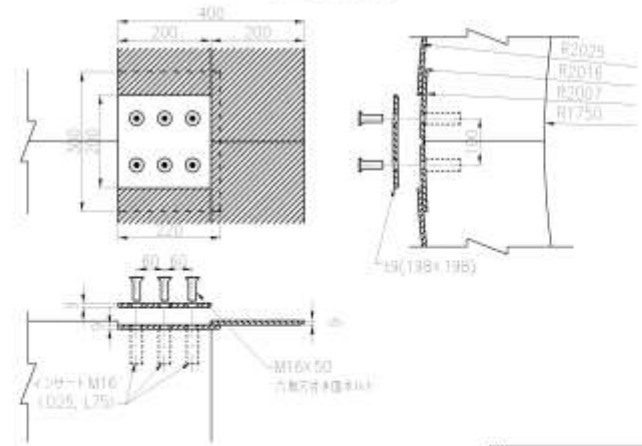


仕様一覧	
名称・規格	SPRC 51 (1層 e c=50 N/mm ²)
内径	3500 mm
管厚	275 mm
外径	4050 mm
有効長	2300 mm
鉄筋(内側)	S0.345 D22
鉄筋(外側)	S0.345 D19
コッター	12層/管1本
製品重量	19.2 ton/管1本
土留り	m
活荷重	T-25
特選動	レベル1 / レベル2

緩手壁 詳細図



プレート接合部 詳細図



接合部 詳細図

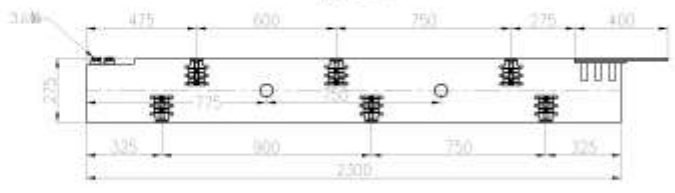


図	改訂	年月日
製	用	平成 年 月 日
日	At	SPRC51-35(P)-070516
日本ゼンバイブ株式会社		

第1章 管の組立	
1.1.組立フロー	2
1.2.準備工	3
1.3.荷卸し工	4
1.4.下部材工	4
1.5.上下部材組立接合工	5
1.6.コッター締結工	5
1.7.カラー接合工(溶接部)	7
1.8.カラー接合工(プレート部)	8
1.9.ゴム輪取付け工	9
1.10.箱埋め工	9
1.11.クッション材取付け工	9
1.12.回転工	10
第2章 管の規格、形状及び寸法	
2.1.種類	11
2.2.管の形状、寸法および寸法の許容差	11
第3章 材料	
3.1.ゴム輪	14
3.2.コッター	15
3.3.ガイドキー	17
3.4.シール材	17
第4章 断面性能と性能曲線	
4.1.断面性能	18
4.2.性能曲線	19
第5章 推進時の管の耐荷力	
5.1.コンクリートの許容平均圧縮応力度	25
5.2.管の有効断面積	25
5.3.管の許容耐荷力	25

第1章 管の組立

1.1.組立フロー

管は、図-12に示すフローにしたがって組立る。

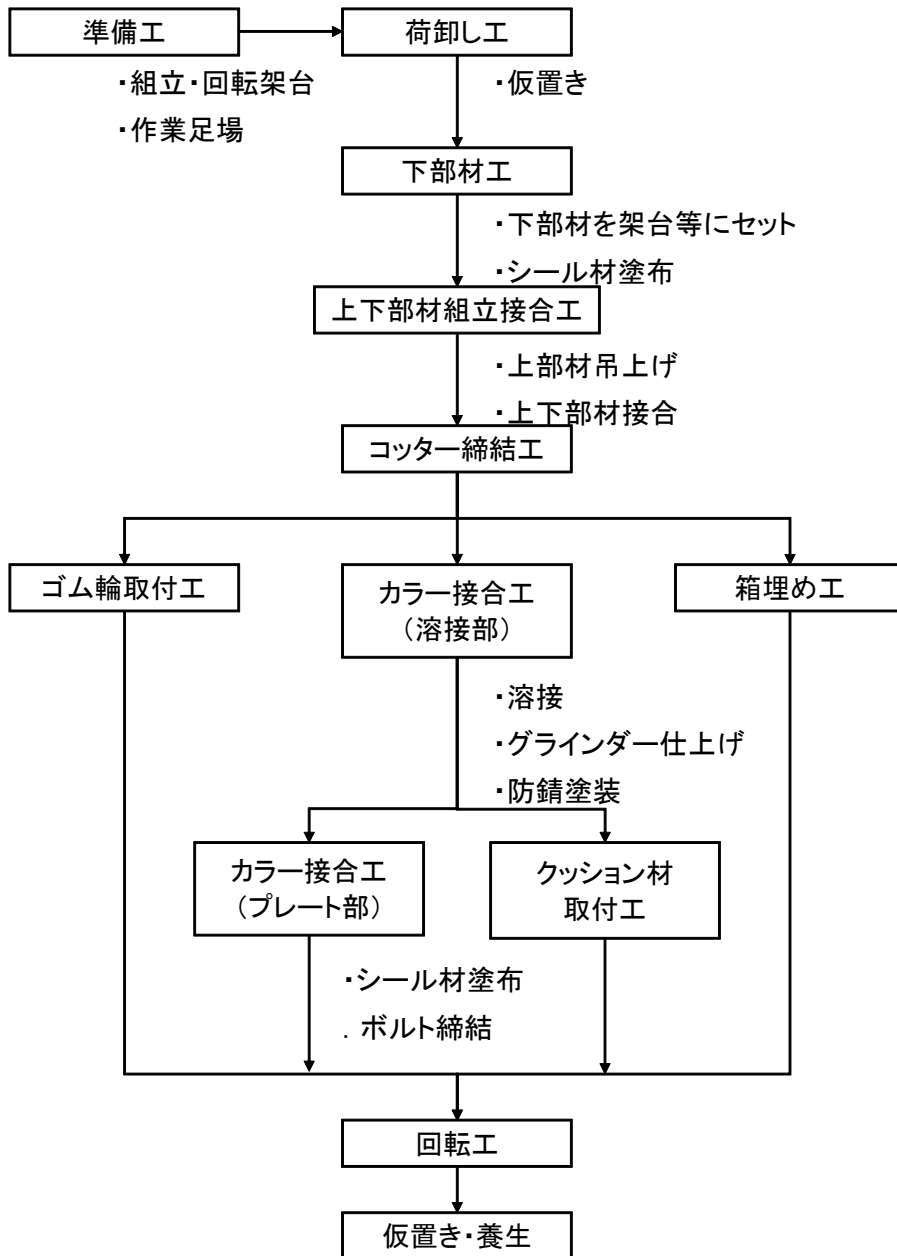


図-1 組立フロー

1.2.準備工

組立作業は、標準的には以下のような設備を用いる。

1.2.1.組立・回転架台

管を構成する上下それぞれの半割部材のセット・組立作業・回転作業を行う架台である。回転作業にローラを使用する場合の組立・回転架台を図-13に示す。また、ローラの代わりに回転すべり材を用いる場合もある。

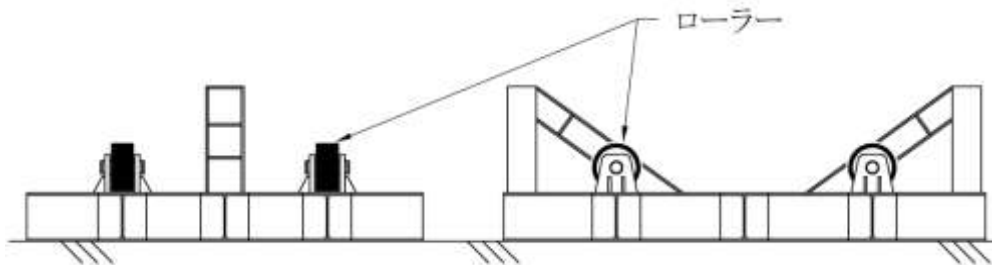


図-2 組立・回転架台

1.2.2.作業足場

管の組立には、玉掛作業・カラー接合作業・クッション材取付け等高所作業が伴うので、管の両側に作業足場を設置する。図-14に一例を示す。

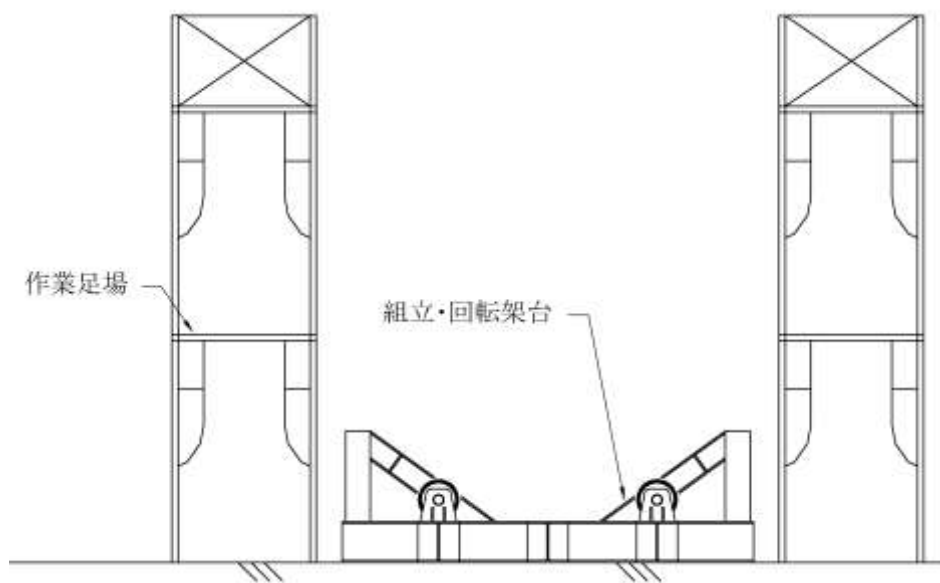


図-3 作業足場

1.3.荷卸し工

搬入した管を、現場に荷卸し仮置きする。

1.4.下部材工

1.4.1.下部材セット

仮置き場所又は直接車輛から下部材をクレーンで吊り上げ、組立・回転架台にセットする。吊り上げている管には振れ止めのために 2 本以上の控えロープを予め取付けておく。下部材のセットを図-15 に示す。

1.4.2.内足場構築

接着剤塗布、コッター締結等内面からの作業ができるよう、管の内側に作業足場を構築する。

1.4.3 シール材塗布

シール材主剤および硬化剤を計量・攪拌し、へらなどにて接合面に塗布する。ガイドキー用孔にも十分に充填する。

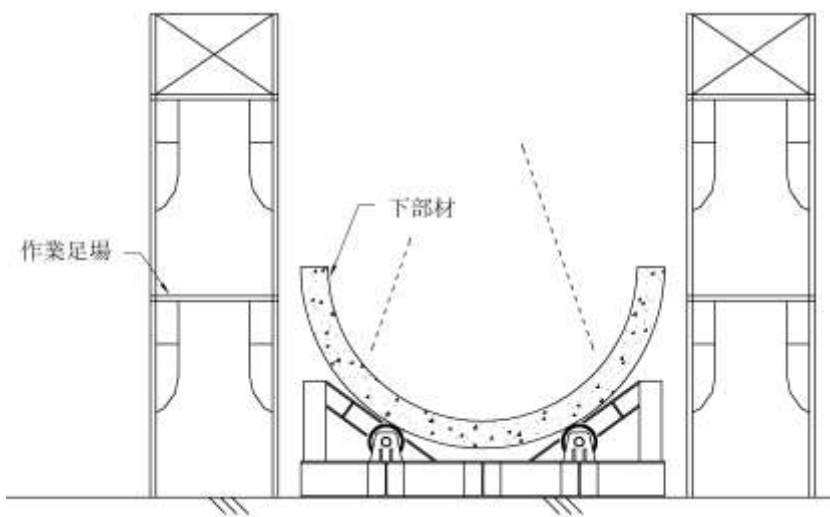


図-4 下部材セット



写真 1 下部材セット



写真 2 シール材塗布

1.5.上下部材組立接合工

1.5.1.上部材吊り上げ

仮置き場所または直接車両から上部材をクレーンで吊り上げ、接合準備の整った下部材へ移動する。
吊り上げている管には振れ止めのために2本以上の控えロープを予め取付けておく。

1.5.2.上下部材接合

上部材接合面に突き出ているガイドキーが、下部材の嵌合穴に入るよう誘導しながらゆっくりと接合する。
このとき上部材にあらかじめ取付けてあるゴム輪を、接合面に挟まないよう注意する。



写真3 上部材吊り上げ



写真4 上下部材接合

1.6.コッター締結工

1.6.1.コッターおよびジャッキ

コッター(H型くさび)を使用数量準備する。また、締結時に使用する専用ジャッキ・ポンプ・ホースを準備する。締結作業に入るまえに、ポンプ付属のリミッタースイッチを設定値に合せておく。



写真5 コッター(H型くさび)



写真6 ポンプ



写真 7 ジャッキ下面



写真 8 ジャッキ上面

1.6.2.締結

H 型くさびを所定の方向に挿入し、ジャッキをセットし加圧する。



写真 9 コッター挿入



写真 10 治具のセット



写真 11 加圧状況



写真 12 設定値の確認

1.7.カラー接合工(溶接部)

1.7.1.溶接

溶接機器を準備し、カラーの内外面ともに溶接を行う。

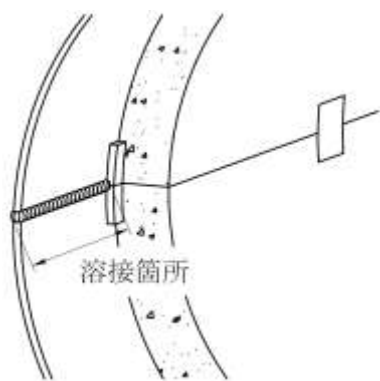


図-5 溶接箇所(内側)

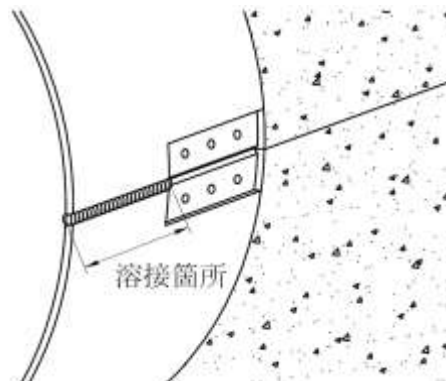
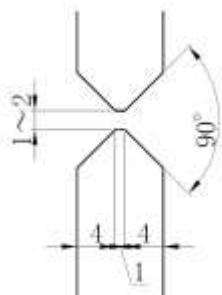


図-6 溶接箇所(外側)

カラー厚9mmの場合



カラー厚12mmの場合

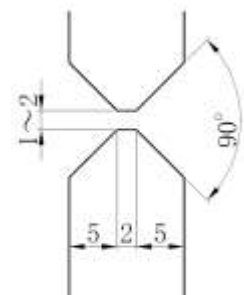


図-7 溶接箇所(内側)



写真 13 溶接作業



写真 14 溶接後

1.7.2.グラインダー仕上げ

グラインダーにて、肉盛り部分とカラー面とが均一になるよう内外面とも仕上げる。特に内面は管継手のゴム輪があたる部分であるので丁寧に仕上げる。

1.7.3.防錆塗装



写真 15 グラインダー仕上げ



写真 16 防錆塗装

1.8.カラー接合工(プレート部)

1.8.1.シール材塗布

計量・攪拌したシール材を準備し、所定の部位に、へら等にて塗布する。

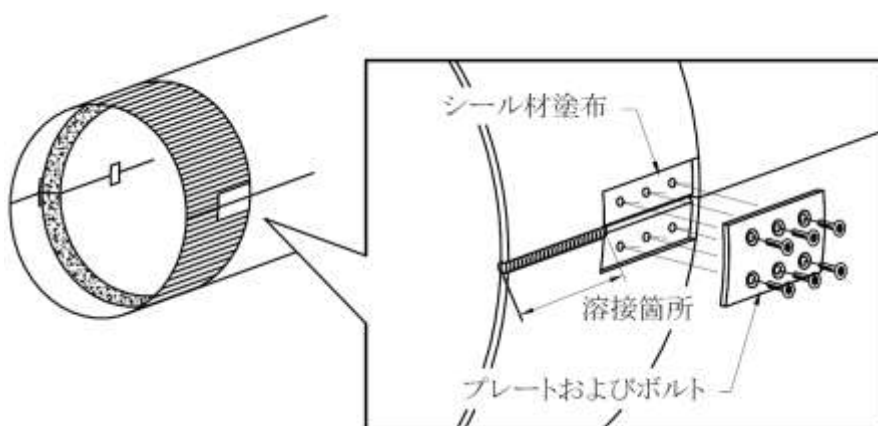


図-8 プレート接合部



写真 17 シール材塗布

1.8.2.ボルト締結

プレートを当て、ボルトを締結する。

1.9.ゴム輪取付け工

1.9.1.接着

下部材のゴム輪接着部および2本のゴム輪接着面に接着剤を塗布し、取付ける。

1.9.2.固定

位置をあわせ、伸縮の偏りを取除き全体になじませる。万力・アテ板等でゴム輪を固定する。



写真 18 ゴム輪接着



写真 19 養生

1.10.箱埋め工

コッター、吊具等の切欠部を、順次箱埋めする。

1.11.クッション材取付け工

クッション材および管のクッション材取付け部(カラー側)に接着剤を塗布し、クッション材を取付けて養生をおこなう。

1.12.回転工

1.12.1. クレーン等を使用する場合の回転工

吊り上げた後に接合面が所定の位置にくるようあらかじめ吊り具を取付けておき、クレーン等で負荷をかけながら徐々に回転させる。

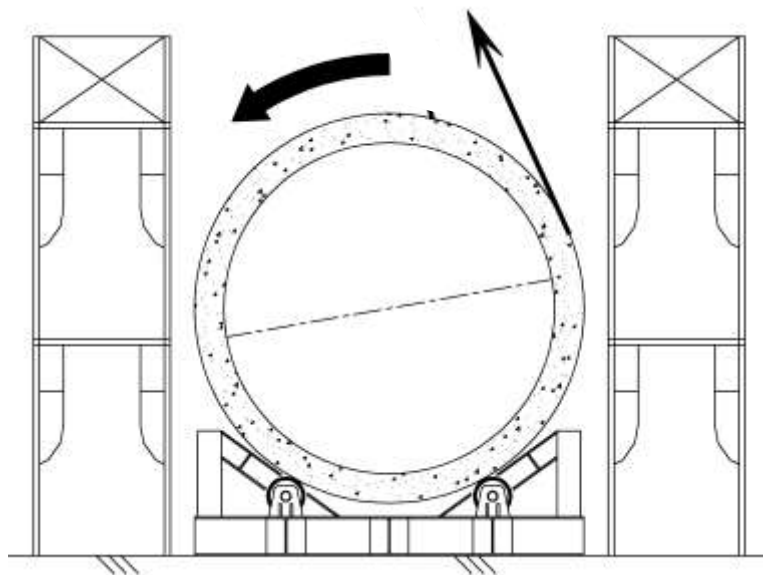


図-9 回転例

1.12.2. ウインチ等を使用する場合の回転工

巻いた後に接合面が所定の位置にくるようあらかじめ吊り具を取付けておき、ウインチ等で負荷をかけながら徐々に回転させる。

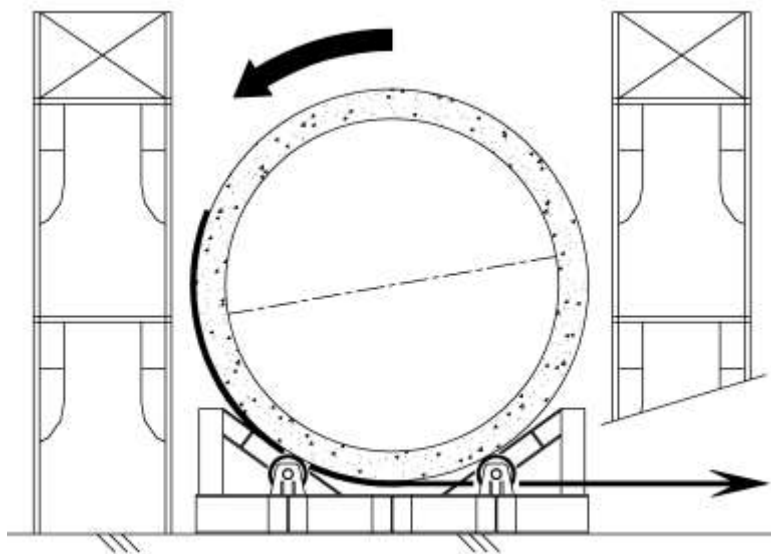


図-10 回転例

第2章 管の規格

2.1.種類

管の種類は、表-1 のとおりである。

表-1 管の種類

種類		圧縮強度	継手性能		種類の記号	呼び径の範囲
形状	種別		耐水圧 (MPa)	拔出し長 (mm)		
標準管	1種	50	0.2	60	SPRC51	3500
		70			SPRC71	4000
	2種	50			SPRC52	4500
		70			SPRC72	5000

2.2.管の形状、寸法および寸法の許容差

管の形状、寸法および寸法の許容差を図-1 に示す。

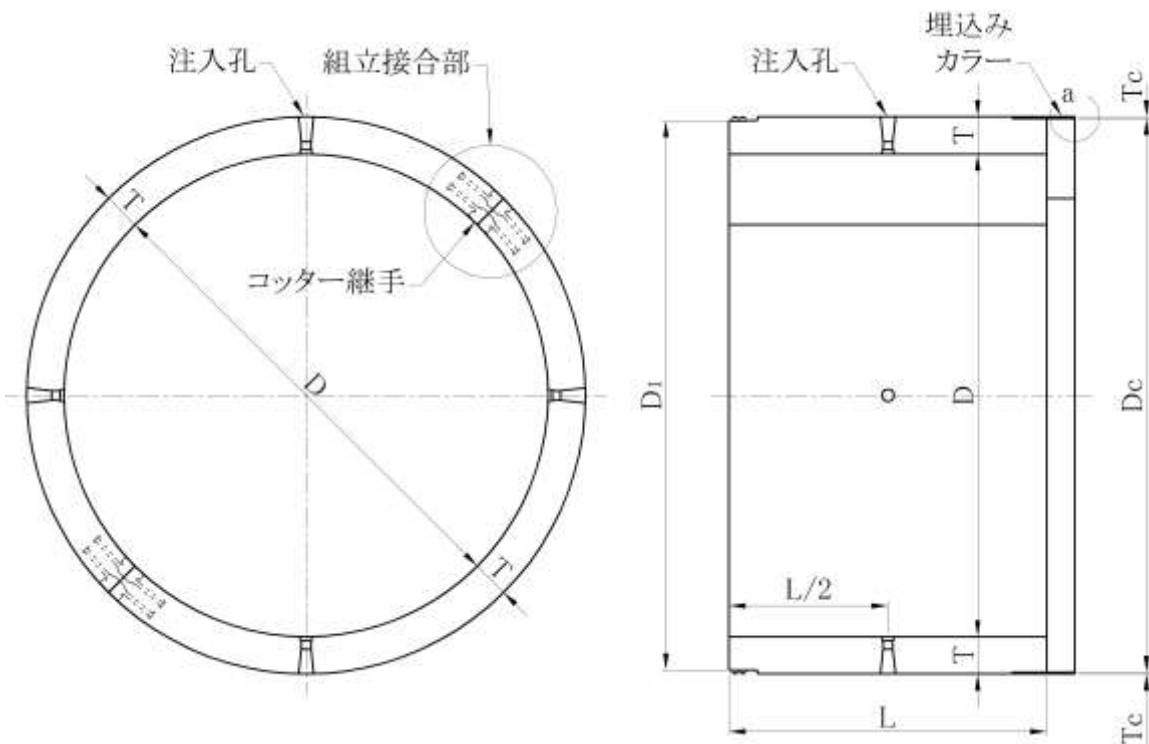
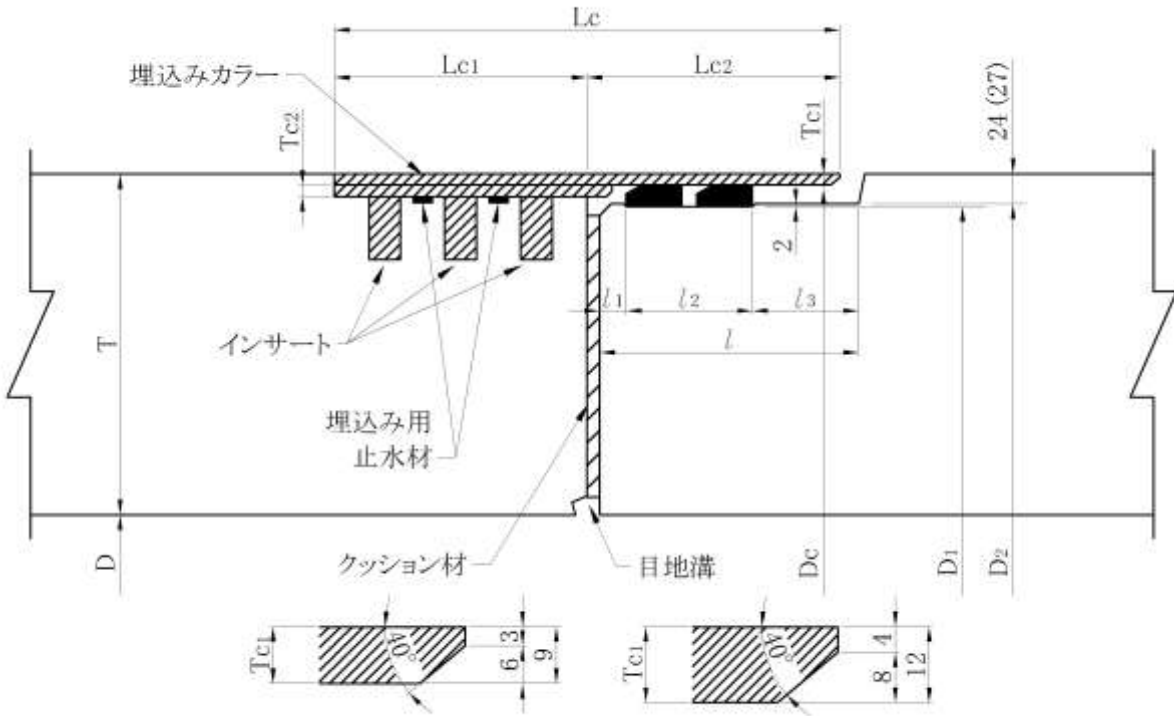


図-11 管の形状、寸法および寸法の許容差

継手部詳細



a部詳細

カラー部詳細

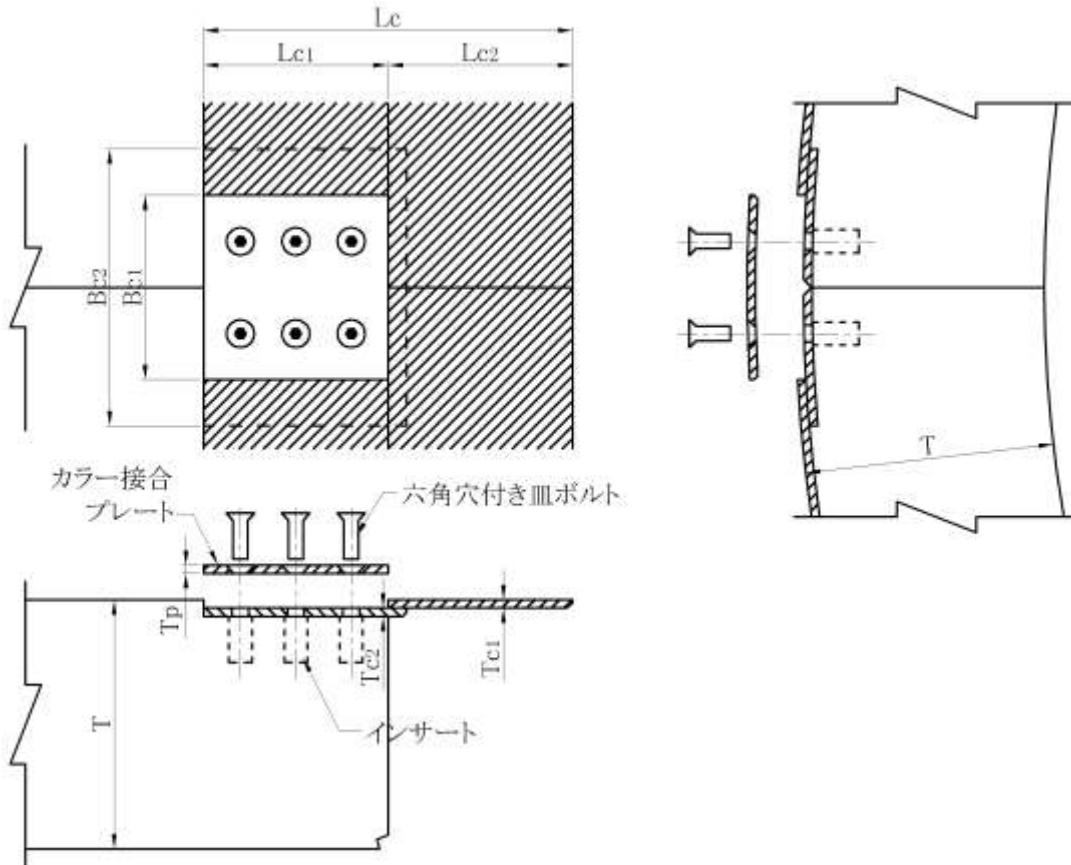


図-11(続き)管の形状、寸法および許容差

図-11 (続き) 管の形状、寸法および許容差

(単位:mm)

呼び径	内径 D	D_1	πD_1	D_2	厚さ T	有効長 L
3500	3500 ± 12	3998 $\begin{smallmatrix} + 5 \\ - 3 \end{smallmatrix}$	12560 ± 9	4002	275 $\begin{smallmatrix} + 12 \\ - 6 \end{smallmatrix}$	2300 $\begin{smallmatrix} + 10 \\ - 5 \end{smallmatrix}$
4000	4000 ± 12	4548 $\begin{smallmatrix} + 5 \\ - 3 \end{smallmatrix}$	14288 ± 9	4552	300 $\begin{smallmatrix} + 12 \\ - 6 \end{smallmatrix}$	
4500	4500 ± 12	5142 $\begin{smallmatrix} + 5 \\ - 3 \end{smallmatrix}$	16154 ± 9	5146	350 $\begin{smallmatrix} + 12 \\ - 6 \end{smallmatrix}$	2500 $\begin{smallmatrix} + 10 \\ - 5 \end{smallmatrix}$
5000	5000 ± 12	5742 $\begin{smallmatrix} + 5 \\ - 3 \end{smallmatrix}$	18039 ± 9	5746	400 $\begin{smallmatrix} + 12 \\ - 6 \end{smallmatrix}$	

(単位:mm)

呼び径	l_1	l_2	l_3	l	L_{c1}	L_{c2}	L_c	T_{c1}	T_{c2}	T_p	D_c	$\pi(D_c+2T_c)$
3500	21	100	84	205 ± 2	200	200 ± 2	400 $\begin{smallmatrix} + 5 \\ - 2 \end{smallmatrix}$	9	9	9	4032	12723 ± 5
4000											4582	14451 ± 5
4500								12	12	12	5176	16336 ± 5
5000											5776	18221 ± 5

呼び径	参考質量 (kg)
3500	19 200
4000	23 800
4500	34 000
5000	43 100

- 注 1. 管の形状は、カラーなしとすることができる。
 2. 管には、緊結用埋込みナットをつけることができる。

第3章 材料

3.1. ゴム輪

3.1.1. 品質

3.1.1.1 外観

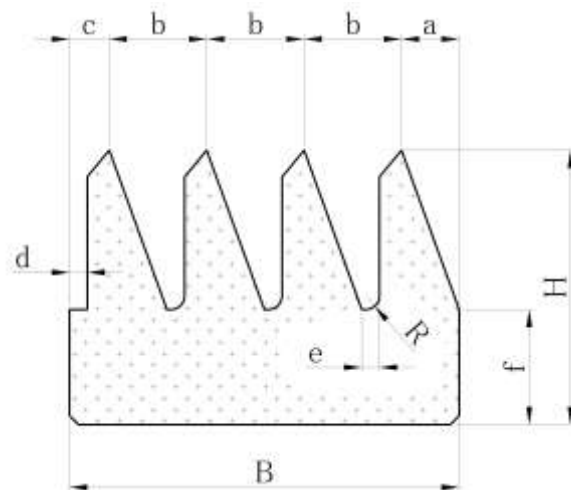
ゴム輪には、きず、ひび割れ、泡、異物、その他使用上有害な欠点があってはならない。

3.1.1.2 物理的性質

ゴム輪の物理的性質は、JIS K 6353(水道用ゴム)に規定するものとする。

3.1.2. 形状、寸法および寸法の許容差

ゴム輪の形状、寸法および寸法の許容差を図-2に示す。



呼び径	B	H	a	b	c	d	e	f	R	長さ L(%)
3500～5000	44 ± 2	31 ± 0.5	6.5	11	4.5	2	2	13	15	ゴム輪装着部周長の 85±1

図-12 ゴム輪の形状、寸法および寸法の許容差

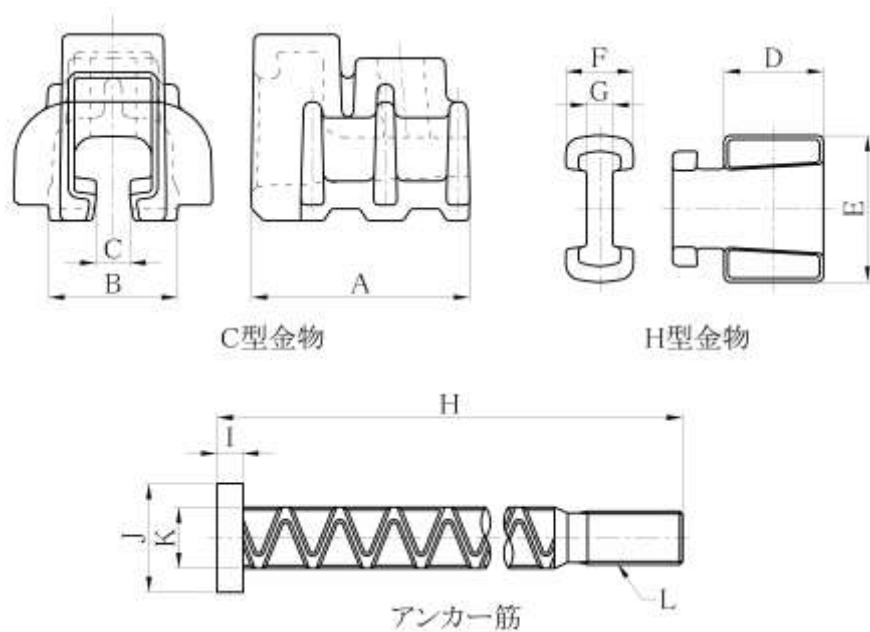
3.2.コッター

3.2.1.物理的性質

コッターの物理的性質は、C型金具として JIS G 5503(オーステンパ球状黒鉛鑄鉄品)に規定する FCAD900-8、H型金物として JIS G 4053(機械構造用合金鋼鋼材)に規定する SCM435 とする。

3.2.2.形状、寸法および寸法の許容差

コッターの形状、寸法および寸法の許容差を図-3に示す。



単位: mm

C型金物			H型金物			
A	B	C	D	E	F	G
110 ± 2	65 ± 2	17 ± 2	50 ± 1	74 ± 1	34 ± $\begin{smallmatrix} +1 \\ -0.5 \end{smallmatrix}$	13 ± $\begin{smallmatrix} +1 \\ 0 \end{smallmatrix}$

アンカー筋				
H	I	J	K	L
293 ± 2	13	55 ± 2	D29	M27

図-13 コッターの形状、寸法および寸法の許容差

3.2.3.コッターの使用数量

コッターの使用数量を表-2に、コッターを16個使用した場合の配置例を図-4示す。

表-2 コッターの使用数量

単位:個

呼び径	有効長 (mm)	圧縮強 度	1種, 2種			
			一接合面片側		管1本 当り	
			1m当り	有効長当り		
3500	2300	50	1.160	2.668	3	12
		70	1.160	2.668	3	12
4000	2300	50	1.510	3.473	4	16
		70	1.510	3.473	4	16
4500	2500	50	1.860	4.650	5	20
		70	1.860	4.650	5	20
5000	2500	50	2.270	5.675	6	24
		70	2.270	5.675	6	24

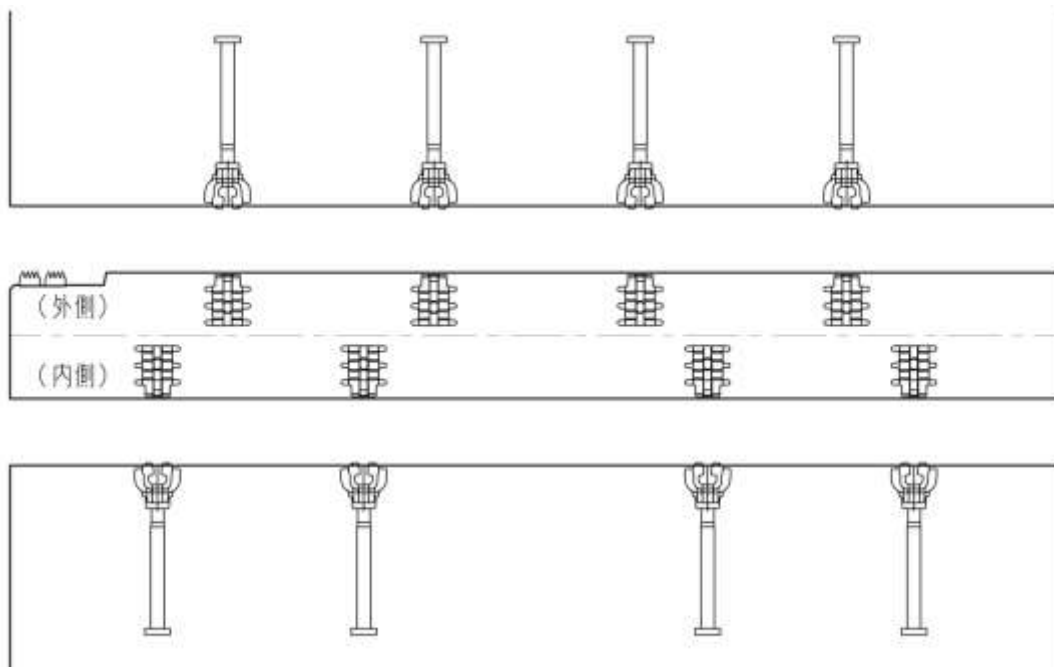


図-14 管1本当りコッター数量が16個の場合の配置例
(一接合面片側当り4個)

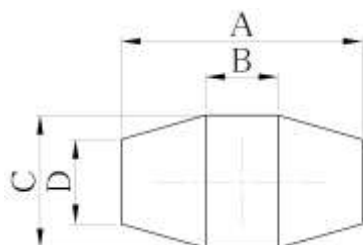
3.3.ガイドキー

3.3.1.種類

上下部材を円滑に接合するために、接合面にはガイドキーを配置する。ガイドキーは、JIS G 3101(一般構造用圧延鋼材)に規定するSS400と同等以上の材質のものを使用する。

3.3.2.数量、形状、寸法

ガイドキーは、一接合面に2個とする。また、ガイドキーの形状、寸法を図-5に示す。



単位：mm

A	B	C	D
100	30	55	35

図-15 ガイドキーの形状、寸法

3.4.シール材

接合面には全面にシール材を塗布する。シール材はJSCE-H101(土木学会基準「プレキャストコンクリート用のエポキシ系接着剤品質規格」)に適合するものを用いる。

第4章 断面性能と性能曲線

4.1.断面性能

断面性能は図-16をもとにして、曲げモーメントと軸力が同時に作用する「鉄筋コンクリート長方形断面ばり」として算出する。なお、計算にあたっては剛性一様リングとして計算する。管の断面緒元を表-3に示す。

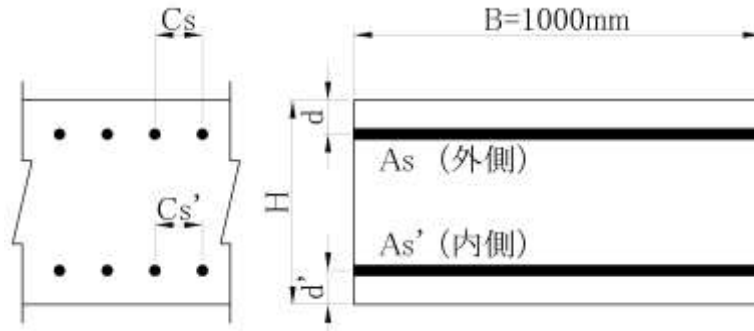


図-16 断面性能

表-3 断面諸元

呼び径	種類	管厚 H (mm)	鉄筋(外側)				鉄筋(内側)				配力筋		ひび割れ保証モーメント (kN-m/m)	破壊モーメント (kN-m/m)							
			かぶり d (mm)	使用径	ピッチ Cs (mm)	鉄筋量 As (cm ² /m)	かぶり d' (mm)	使用径	ピッチ Cs' (mm)	鉄筋量 As' (cm ² /m)	分割数	使用径									
3500	SPRC 51	275	50	150	150	50	150	32	D16	D19	D19	D19	52.731	167.468							
	SPRC 71														D19	19.100	D22	25.807	D19	62.680	175.330
	SPRC 52														D25	33.780	D19	38.200	D19	57.715	234.695
	SPRC 72														D25	33.780	D19	38.200	D19	68.078	244.903
4000	SPRC 51	300													D22	25.807	D25	33.780	D19	77.701	236.243
	SPRC 71														D19	38.200	D22	44.907	D22	89.187	245.578
	SPRC 52														D19	38.200	D19	38.200	D22	89.692	304.184
	SPRC 72														D19	44.907	D22	51.613	D22	101.306	315.197
4500	SPRC 51	350	D25	33.780	D19	38.200	D22	110.509	320.645												
	SPRC 71		D22	44.907	D22	51.613	D25	125.375	330.853												
	SPRC 52		D19	44.907	D22	51.613	D25	129.929	422.215												
	SPRC 72		D19	51.613	D22	51.613	D25	144.854	433.967												
5000	SPRC 51	400	D22	44.907	D22	51.613	D25	155.316	499.635												
	SPRC 71		D19	44.907	D22	51.613	D25	174.184	511.387												
	SPRC 52		D22	51.613	D25	59.587	D29	169.406	571.673												
	SPRC 72		D22	51.613	D25	59.587	D29	188.267	584.146												

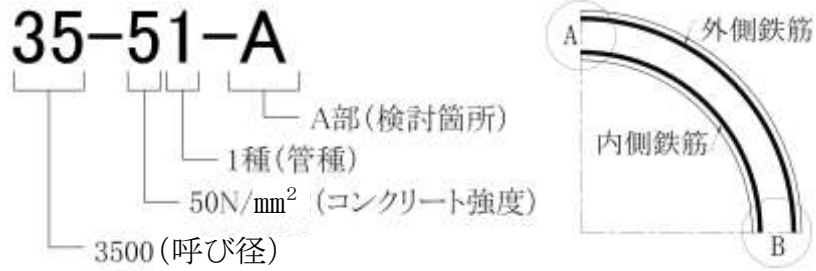
- 注 1. 使用する鉄筋はすべて SD345 とする。
 2. 配力筋のピッチは 11.25° を標準とする。

4.2.性能曲線

管の性能曲線の検討箇所および種類を表-4に、単位幅 1m 当りの管の性能曲線を図-17~20に示す。性能曲線 A は管内面に引張が作用する場合(検討箇所 A)に用い、性能曲線 B は管外面に引張が作用する場合(検討箇所 B)に用いる。

ここでコンクリートは、「コンクリート標準示方書・構造照査編、2002」に準じて圧縮強度 50 については 17.5N/mm²、圧縮強度 70 については 24.5N/mm²を許容圧縮応力度の限界値とした。

表-4 性能曲線の種類および検討箇所



呼び径	圧縮強度	種別	検討箇所	許容ひび割れ幅	名称	
3500	50	1種	A	0.0035c 0.004c 0.005c	35-51-A	
			B	0.005c	35-51-B	
	70		A	0.0035c 0.004c 0.005c	35-71-A	
			B	0.005c	35-71-B	
	50	2種	A	0.0035c 0.004c 0.005c	35-52-A	
			B	0.005c	35-52-B	
			70	A	0.0035c 0.004c 0.005c	35-72-A
				B	0.005c	35-72-B
4000	50	1種	A	0.0035c 0.004c 0.005c	40-51-A	
			B	0.005c	40-51-B	
	70		A	0.0035c 0.004c 0.005c	40-71-A	
			B	0.005c	40-71-B	
	50	2種	A	0.0035c 0.004c 0.005c	40-52-A	
			B	0.005c	40-52-B	
			70	A	0.0035c 0.004c 0.005c	40-72-A
				B	0.005c	40-72-B

表-4 (続き) 性能曲線の検討箇所および種類

呼び径	圧縮強度	種別	検討箇所	許容ひび割れ幅	名称	
4500	50	1種	A	0.0035c 0.004c 0.005c	45-51-A	
			B	0.005c	45-51-B	
	70		A	0.0035c 0.004c 0.005c	45-71-A	
			B	0.005c	45-71-B	
	50	2種	A	0.0035c 0.004c 0.005c	45-52-A	
			B	0.005c	45-52-B	
			70	A	0.0035c 0.004c 0.005c	45-72-A
				B	0.005c	45-72-B
5000	50	1種	A	0.0035c 0.004c 0.005c	50-51-A	
			B	0.005c	50-51-B	
	70		A	0.0035c 0.004c 0.005c	50-71-A	
			B	0.005c	50-71-B	
	50	2種	A	0.0035c 0.004c 0.005c	50-52-A	
			B	0.005c	50-52-B	
			70	A	0.0035c 0.004c 0.005c	50-72-A
				B	0.005c	50-72-B

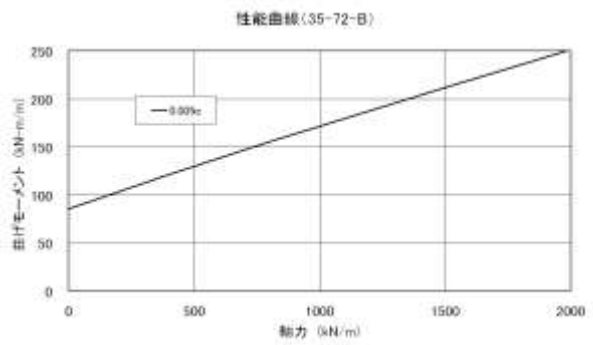
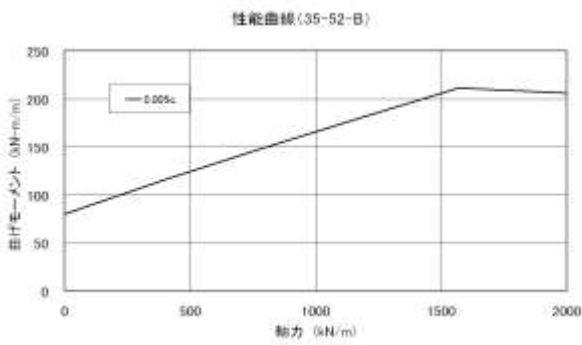
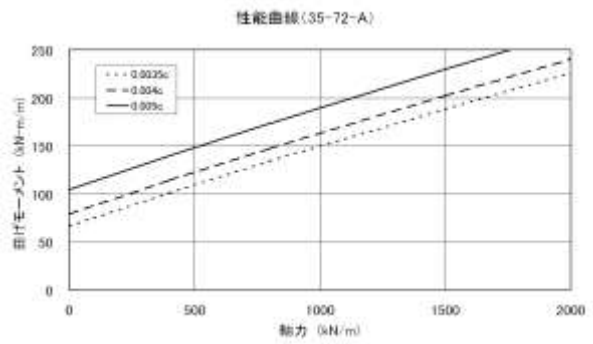
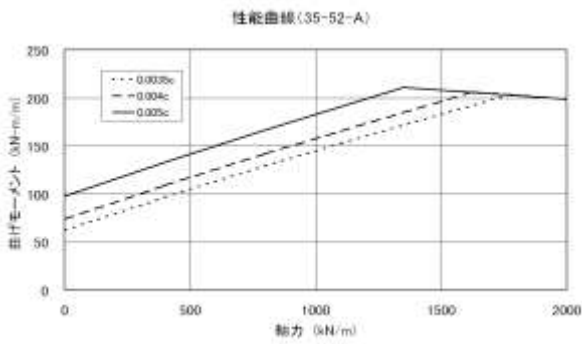
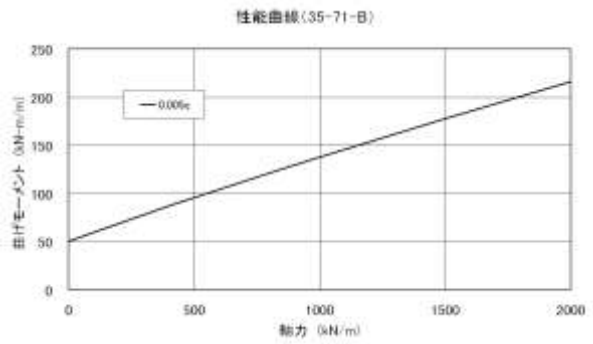
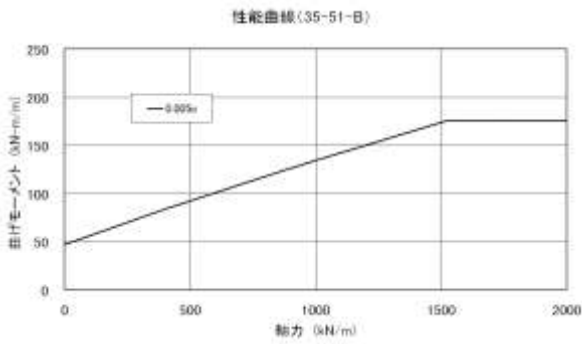
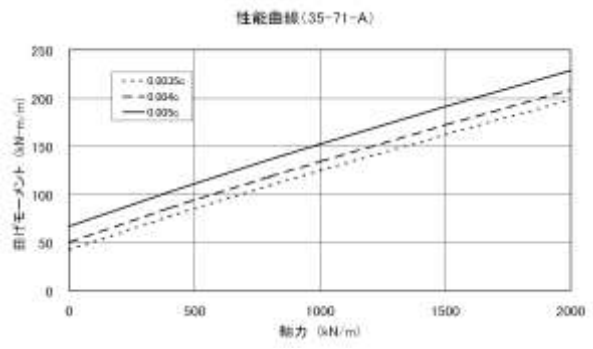
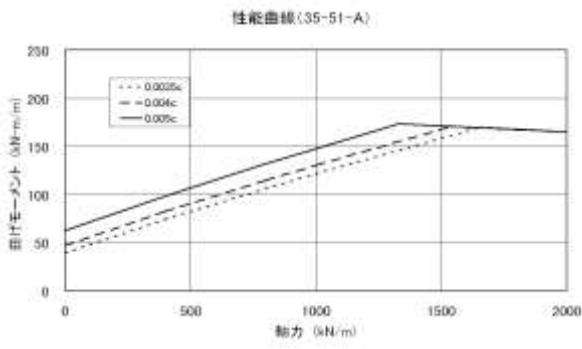


図-17 性能曲線(呼び径 3500)

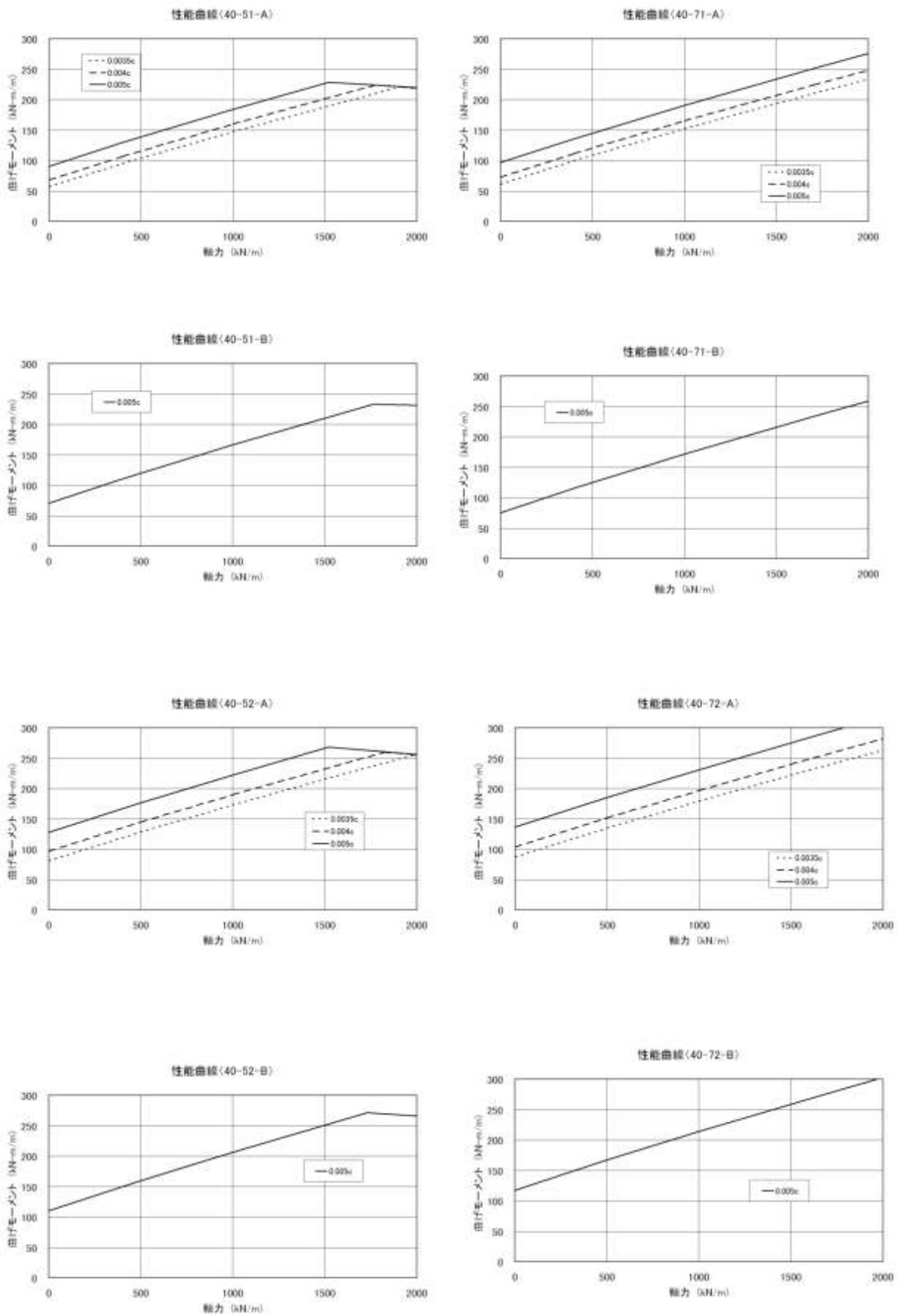


図-18 性能曲線(呼び径 4000)

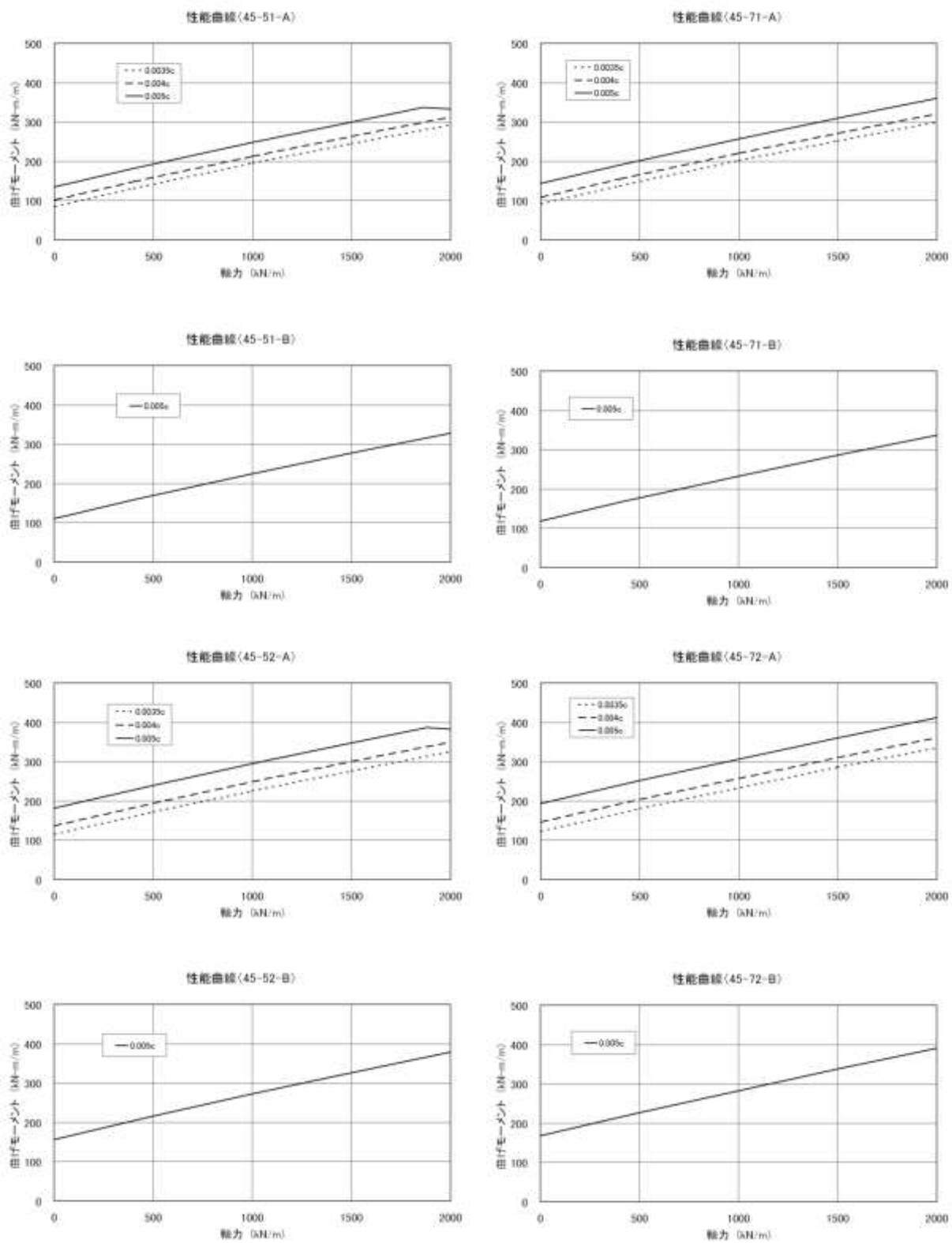


図-19 性能曲線(呼び径 4500)

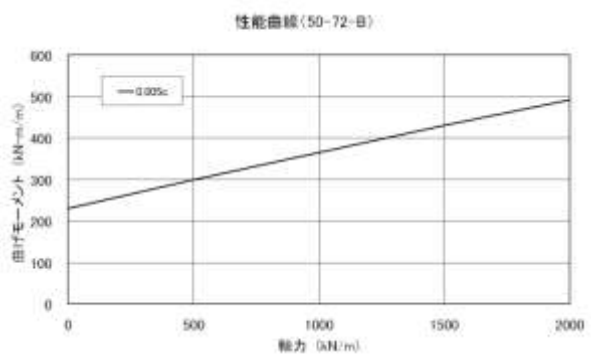
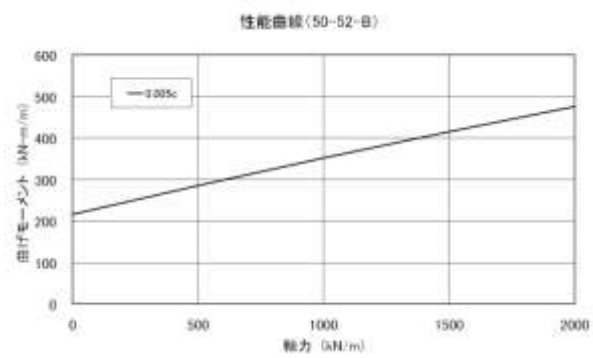
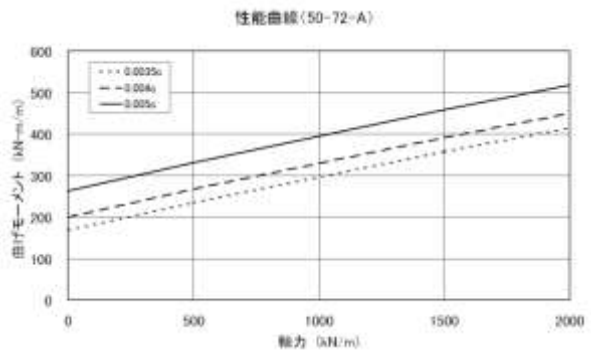
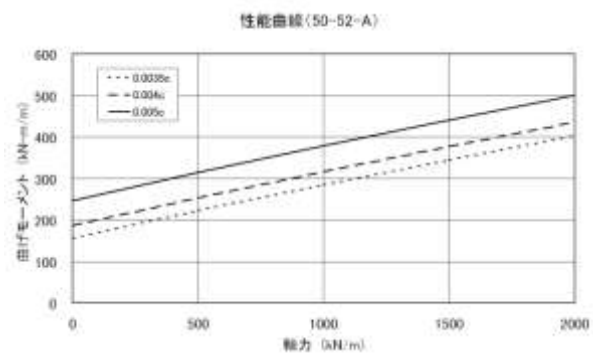
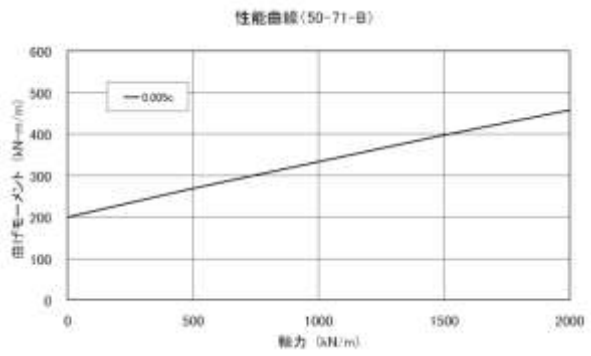
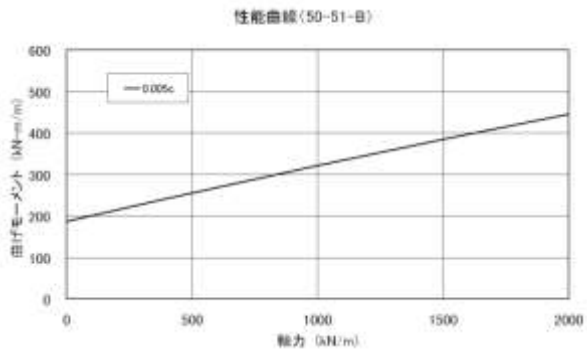
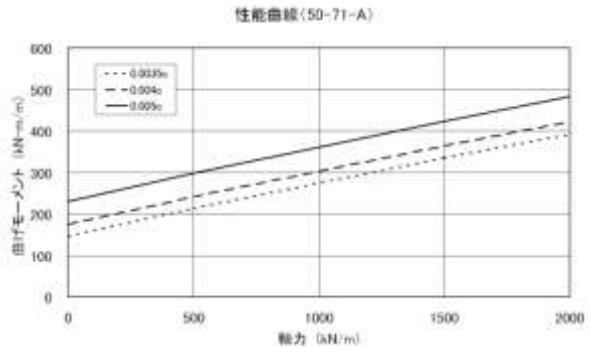
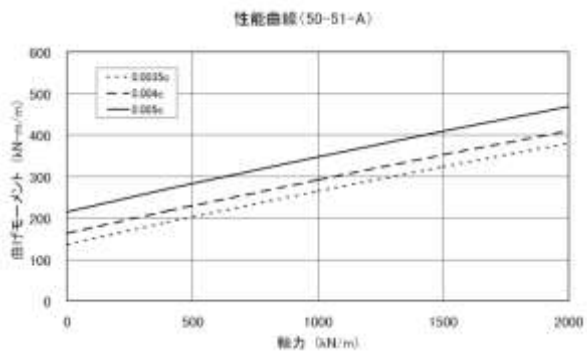


図-20 性能曲線(呼び径 5000)

第5章 推進時の管の耐荷力

5.1.コンクリートの許容平均圧縮応力度

推進管の管体コンクリートの圧縮強度 σ_c については、 50N/mm^2 以上および 70N/mm^2 以上が規定されている。したがって、許容平均圧縮応力度 σ_{mean} は、JSWAS A-2 規格に準じて、 50N/mm^2 については 13N/mm^2 、 70N/mm^2 については 17.5N/mm^2 を使用する。

5.2.管の有効断面積

設計に用いる有効断面積 A_e は、図-21 に示す有効管厚部分で算出する。

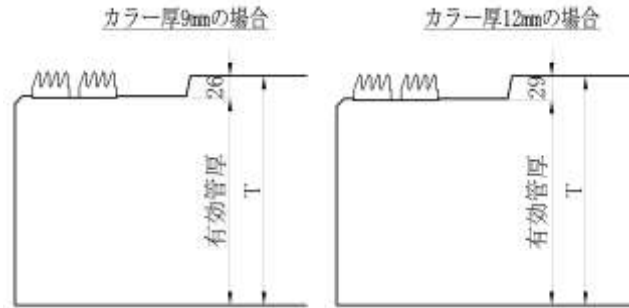


図-21 管の有効断面積

5.3.管の許容耐荷力

管の許容耐荷力は下式で計算する。計算結果を表-5 に示す。

$$F_a = 100 \cdot \sigma_{\text{mean}} \cdot A_e$$

ここに、

F_a : 管の許容耐荷力

σ_{mean} : コンクリートの許容平均圧縮応力度²⁾ (N/mm²)

A_e : 管の有効断面積²⁾ (m²)

また、表-5 において F_{a50} は圧縮強度が³⁾ 50N/mm^2 、 F_{a70} は圧縮強度が³⁾ 70N/mm^2 のコンクリートを表している。

表-5 管の許容耐荷力

呼び径	管厚 (mm)	カラー厚 (mm)	有効管厚 (mm)	A_e (m ²)	W (kN/m)	F_{a50} (kN)	F_{a70} (kN)
3500	275	9	249	2.933	79.90	38125	51322
4000	300		274	3.679	99.29	47828	64383
4500	350	12	321	4.862	130.65	63203	85081
5000	400		371	6.260	166.25	81381	109551