

JSWAS K-13-2003
JSWAS K-17-2009
規格品

下水道用リブ付硬質塩化ビニル管

プラスチックリブパイプ

PRP-11 (JSWAS K-13) / PRP-12 (JSWAS K-17)

塩化ビニル管・継手協会

はじめに

現在、我が国における下水道整備は急速に進められており、平成27年度末における普及率は77.6%となっています。面整備がますます増えるなかで、狭小道路での施工や浅埋設、深埋設など過酷な条件が増加し、よりスピーディで簡単、確実な施工、さらにコスト縮減が強く求められています。

そして「資源の有効な利用の促進に関する法律（改正リサイクル法）」が平成13年4月1日から施行され、将来的に環境負荷を低減するために下水道分野においても、廃棄物の発生抑制（リデュース）、部品などの再利用（リユース）、原材料としての再利用（リサイクル）の3Rを考慮することも求められるようになりました。

プラスチックリブパイプは、耐食性、水理性に優れた硬質塩化ビニル管の特性を持ち、かつ外周にリブ構造を設けることにより軽量で偏平剛性が大きく、施工性に優れ、砕石基礎、簡易基礎にも適用が可能。また、下水道用硬質塩化ビニル管（JSWAS K-1）と比較して約2/3の質量と非常に軽量なため、将来にわたって廃棄物の発生抑制（リデュース）効果が期待でき、さらに回収・再利用についてリサイクルシステムも構築されており、性能、施工性、経済性だけでなく、環境対策にまで配慮した管材です。

当協会はプラスチックリブパイプ研究会として発足し、プラスチックリブパイプの研究・改良に努めてきました。そして平成元年プラスチックリブパイプ協会を設立し、さらなる改良と普及促進活動の結果、平成7年1月には社団法人日本下水道協会殿よりⅡ類適用資器材に認定、団体規格としての登録をはじめ、平成11年4月には同協会規格『下水道用リブ付硬質塩化ビニル管（JSWAS K-13）』が制定されました。そして平成15年2月のJSWAS K-13改正（呼び径400、450及び品種構成の見直し）を受け、本ガイドブックを改訂。さらに平成16年4月及び平成26年8月のプラスチックリブパイプ協会規格（PRP-11、PRP-12）の改正に伴い、見直しを図りました。平成21年3月には、日本下水道協会規格『下水道用硬質塩化ビニル製リブ付小型マンホール（JSWAS K-17）』が、プラスチックリブパイプに接続する小型マンホールの規格として制定されました。

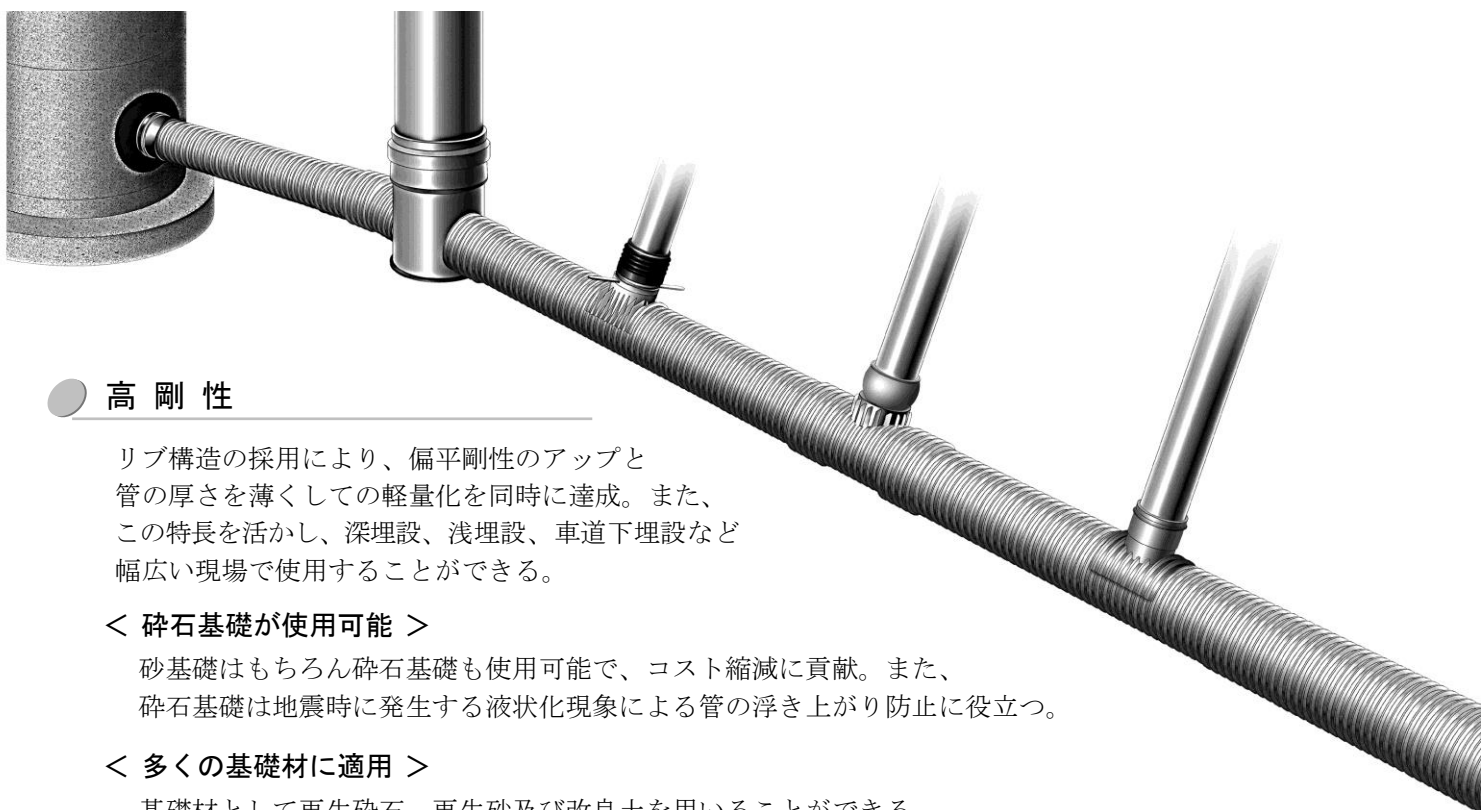
経済性・施工性・環境負荷とあらゆる側面に配慮したプラスチックリブパイプは採用実績も平成23年度末時点で採用実績累計19,810kmと急速に伸びており、下水道の今後を担う最適管材です。

本ガイドブックは、配管設計及び施工に携わる皆様の便に供することを目的に作成致しました。このガイドブックをご活用いただき、プラスチックリブパイプの特長を活かした正しい配管設計及び施工の一助になれば幸甚に存じます。

CONTENTS

1. リブパイプの特長	1	7. リブパイプの施工標準	46
2. リブパイプの基本寸法	2	7.1 運搬及び保管	46
3. リブパイプの設計	3	7.1.1 運搬	46
3.1 管径の決定	3	7.1.2 保管	46
3.1.1 水理公式	3	7.2 基本作業	48
3.1.2 水理特性曲線	4	7.2.1 工具類	48
3.1.3 マニング式による満管流時の流速及び流量	4	7.2.2 切断	48
3.2 管の設計	6	7.2.3 管の接合（ゴム輪接合）	49
3.2.1 設計の手順	6	7.2.4 管のせん孔	51
3.2.2 埋設管に加わる荷重	6	7.2.5 支管の接合	52
3.2.3 強度計算	9	7.2.6 枝付き管の接合	54
3.2.4 曲げ応力とたわみ率の許容値	11	7.2.7 リブ付小型マンホールの接合	55
3.2.5 最大曲げ応力とたわみ率の算定例	11	7.2.8 リブ付小型マンホールの組み立て・立上り部接合	55
3.3 基礎の設計	12	7.2.9 リブ本管自在継手の接合	56
3.3.1 基本的な考え方	12	7.2.10 自在受口形リブ付小型マンホール（フラット自在）の接合	57
3.3.2 基礎材料	12	7.2.11 硬質塩化ビニル製小型マンホールとの接合	58
3.3.3 基礎材料としての判定方法	13	7.2.12 コンクリート製マンホールとの接合	59
3.4 浅層埋設	14	7.2.13 硬質塩化ビニル管（JSWAS K-1）との変換	61
3.5 配管設計	15	7.3 工事	62
3.5.1 各種配管例	15	7.3.1 本管工事	62
3.5.2 各種地盤における配管例及び基礎構造例	19	7.3.2 管路の掘削	62
4. リブパイプの耐震設計	22	7.3.3 基礎工	62
4.1 耐震設計計算の手順	22	7.3.4 管布設	64
4.1.1 計算方法	22	7.3.5 埋戻し	66
4.1.2 リブパイプの計算の考え方	22	7.3.6 リブ付小型マンホールの埋戻し	67
4.2 計算条件と計算結果	23	7.3.7 コンクリート製マンホール周辺の埋戻し	67
4.2.1 耐震計算条件と計算結果	23	7.3.8 補修工法	68
4.2.2 呼び径150のリブパイプの安全照査のための性能値	24	7.3.9 取付け管工事	69
4.2.3 耐震計算結果のまとめ	24	7.3.10 その他	69
4.2.4 考察	24	7.4 残材・廃材の処理	70
4.2.5 安全性の照査	25	7.5 関連部材の施工	71
5. リブ付小型マンホールの設計	26	7.5.1 砕石基礎用防護シート	71
5.1 管種	26	7.5.2 ゴムシール型支管	71
5.2 設置場所	26	7.5.3 ゴム可とうマンホール継手（貼付型）	72
5.3 設置深さ	26	7.5.4 ゴム可とうマンホール継手（拡径型）	73
5.4 基礎	26	8. リブパイプの埋設挙動	75
5.5 勾配	26	8.1 サンドボックス実験	75
5.6 屈曲点	27	8.2 砂基礎及び砕石基礎の短期土槽埋設実験	76
5.7 管路の合流	27	8.3 砕石基礎繰り返し載荷実験	78
5.8 落差工	28	8.4 簡易基礎（B基礎）繰り返し載荷実験	81
5.9 防護ふた	29	9. リブパイプのリサイクル	83
6. リブパイプの性能	30	9.1 リサイクルシステム	83
6.1 偏平試験	30	9.2 廃棄物の発生抑制（リデュース）	84
6.2 負圧試験	32	10. 安全にご使用いただくために	85
6.2.1 ゴム輪接合部の負圧試験	32		
6.2.2 枝付き管、リブ本管自在継手及びリブ付小型マンホールの負圧試験	34		
6.3 外圧クリープ試験	36		
6.4 外圧疲労試験	38		
6.5 摩耗試験	42		
6.6 衝撃試験	44		
6.7 接合部圧縮試験	45		

1. リブパイプの特長



● 高 剛 性

リブ構造の採用により、偏平剛性のアップと管の厚さを薄くしての軽量化を同時に達成。また、この特長を活かし、深埋設、浅埋設、車道下埋設など幅広い現場で使用することができる。

< 砕石基礎が使用可能 >

砂基礎はもちろん砕石基礎も使用可能で、コスト縮減に貢献。また、砕石基礎は地震時に発生する液状化現象による管の浮き上がり防止に役立つ。

< 多くの基礎材に適用 >

基礎材として再生砕石、再生砂及び改良土を用いることができる。

< 簡易基礎 >

高い偏平強度を活かし施工支承角180°（有効支承角90°）による基礎条件が可能。

● 超 軽 量

リブ構造による偏平剛性のアップにより管の厚さを増やすことなく、質量を軽量化。運搬・取扱いが容易に行え、施工面においては面取り不要、切断が容易など優れた施工性を発揮。さらに環境面においては廃棄物を抑制（リデュース）する効果があり、将来的な環境負荷を低減することもできる。

● 塩ビ管 (JSWAS K-1) の優れた性能を踏襲

リブパイプは硬質塩化ビニル製のため、以下に示す塩ビ管 (JSWAS K-1) の優れた性能も有している。そのため維持管理面においても永年安心して使用できる管材である。

< 高い水密性 >

特殊形状のゴム輪接合方式によって優れた水密性を発揮。漏水や地下水などの不明水浸入を防止する。

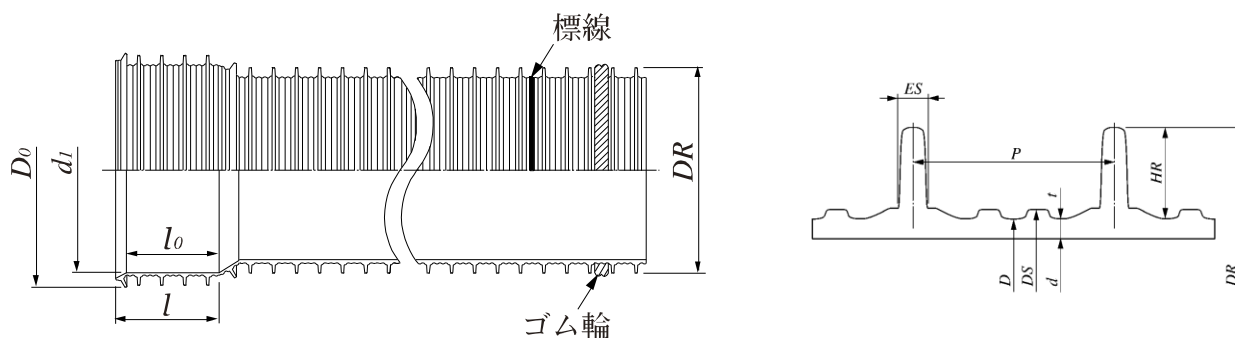
< 優れた水理性 >

リブパイプの内面はなめらかで摩擦係数が少なく、汚水の流れがスムーズ。流量の経年変化も少なく管きよの維持管理も容易。

< 抜群の耐食性 >

硬質塩化ビニル製のため広い範囲の耐食性を持っており、酸性土壌や下水中の酸やアルカリに腐食されることなく、抜群の耐食性を発揮する。

2. リブパイプの基本寸法



単位：mm

呼び径	シール部外径 DS	厚さ t	外径 D (標準値)	リブ外径 DR (標準値)	リブ高さ HR (標準値)	リブ間隔 P	リブ幅 ES (標準値)	近似内径 d (参考)	受口部				1m 当りの 質量(kg) (参考)
									受口外径 D_0 (参考)	受口内径 d_1 (最小)	平行部長さ l_0 (最小)	受口長さ l (参考)	
150	157.5±0.6	2.4 ^{+0.8} ₋₀	155.5	171.0	7.7	19.1±0.6	3.1	150	193	171.7	90	100	3.000
200	207.7±0.7	2.4 ^{+0.8} ₋₀	205.5	228.8	11.6	25.4±0.8	3.6	200	259	229.7	100	115	4.350
250	258.5±0.9	2.7 ^{+0.8} ₋₀	256.1	286.2	15.0	30.5±0.9	4.4	250	324	287.3	115	140	6.380
300	309.7±1.0	3.0 ^{+1.2} ₋₀	307.1	343.6	18.2	38.1±1.1	5.4	300	389	344.9	135	170	9.020
350	360.2±1.1	3.1 ^{+1.2} ₋₀	357.4	400.6	21.6	38.1±1.1	5.9	350	453	402.1	135	170	12.030
400	411.0±1.3	3.3 ^{+1.4} ₋₀	407.6	448.4	20.4	38.1±1.1	5.8	400	499	450.2	135	170	13.860
450	461.8±1.4	3.5 ^{+1.4} ₋₀	457.8	502.0	22.1	38.1±1.1	6.8	450	557	504.0	135	170	17.360

注 標線位置は呼び径 150 の場合は管端より第 6 番目と第 7 番目のリブの間、呼び径 200 以上は第 5 番目と第 6 番目のリブの間とする。

図 2-1 直管部共通寸法

3. リブパイプの設計

3.1 管径の決定

3.1.1 水理公式

流速及び流量の計算には、一般的にマンニング式、又はクッター式を用いる。

(1) マンニング式

$$\left. \begin{aligned} Q &= V \cdot A \\ V &= \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3 \cdot 1)$$

ここに、

- Q : 流量 (m³/s)
- V : 流速 (m/s)
- A : 流水の断面積 (m²)

$$A = \frac{1}{8} (\theta - \sin \theta) \cdot d^2$$

θ : 中心角 (rad)

d : 内径 (m)

n : 粗度係数 (= 0.010)

R : 径深 (m) (= A / P)

P : 流水の潤辺長 (m)

$$P = \frac{1}{2} \theta \cdot d$$

I : こう配 (分数又は小数)

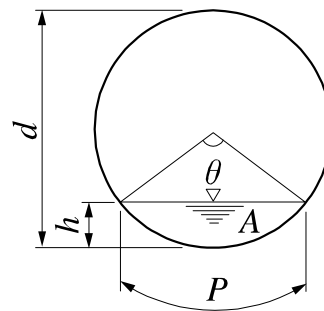


図 3-1 流水断面

(2) クッター式

$$\left. \begin{aligned} Q &= V \cdot A \\ V &= \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{I}) \cdot \frac{n}{\sqrt{R}}} \cdot \sqrt{R \cdot I} = \frac{N \cdot R}{\sqrt{R + d}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3 \cdot 2)$$

ここに、

$$N : (23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}) \cdot \sqrt{I}$$

$$d : (23 + \frac{0.00155}{I}) \cdot n$$

3.1.2 水理特性曲線

マンニング式を用いて求めた満管流時に対する流速比及び流量比を図 3-2 に示す。
ただし、満管流時においては、

$$A_{full} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2, \quad P_{full} = \pi \cdot d, \quad R_{full} = \frac{d}{4}, \quad h_{full} = d$$

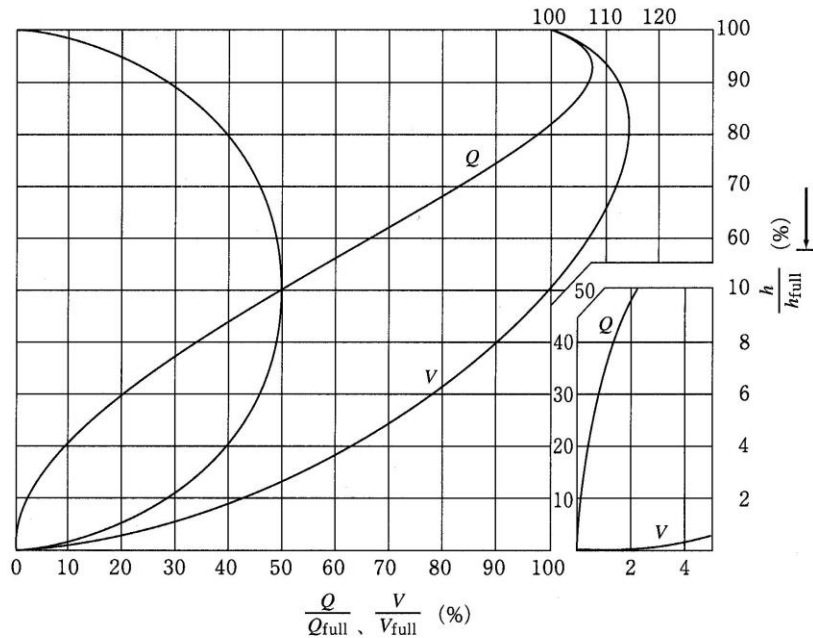


図 3-2 マンニング式による水理特性曲線

3.1.3 マンニング式による満管流時の流速及び流量

マンニング式による各こう配の満管流時の流量線図を図 3-3 及び表 3-1 に示す。

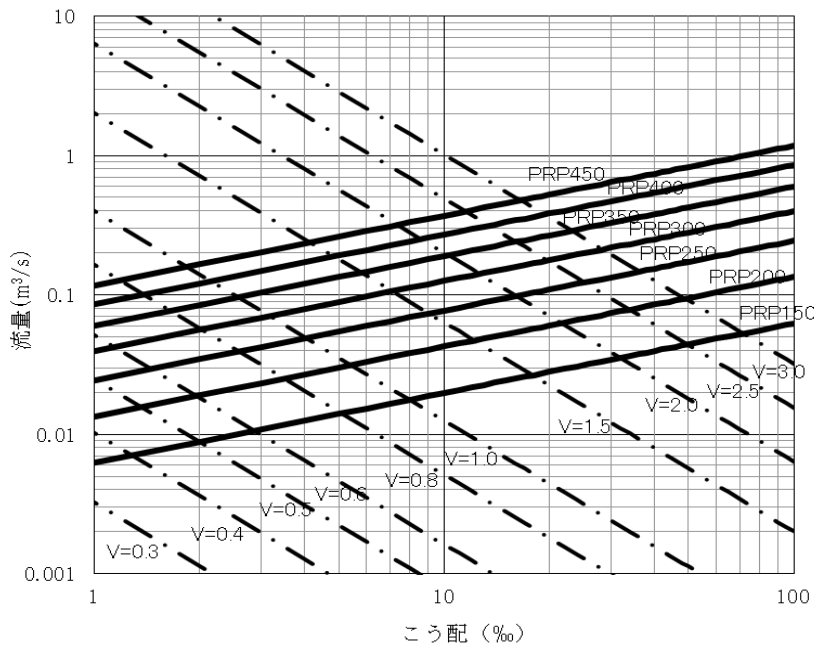


図 3-3 リブパイプの流量線図 (満流時)

表 3-1 流速及び流量

呼び径	150		200		250		300		350		400		450	
A (m ²)	0.017671		0.03142		0.04909		0.07069		0.09621		0.12566		0.15904	
P (m)	0.471239		0.62832		0.78540		0.94248		1.09956		1.25664		1.41372	
R (m)	0.037500		0.05000		0.06250		0.07500		0.08750		0.10000		0.11250	
I (%)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)
0.6	0.274	0.005	0.332	0.010	0.386	0.019	0.436	0.031	0.483	0.046	0.528	0.066	0.571	0.091
0.7	0.296	0.005	0.359	0.011	0.417	0.020	0.471	0.033	0.521	0.050	0.570	0.072	0.617	0.098
0.8	0.317	0.006	0.384	0.012	0.445	0.022	0.503	0.036	0.557	0.054	0.609	0.077	0.659	0.105
0.9	0.336	0.006	0.407	0.013	0.472	0.023	0.534	0.038	0.591	0.057	0.646	0.081	0.699	0.111
1.0	0.354	0.006	0.429	0.013	0.498	0.024	0.562	0.040	0.623	0.060	0.681	0.086	0.737	0.117
1.2	0.388	0.007	0.470	0.015	0.546	0.027	0.616	0.044	0.683	0.066	0.746	0.094	0.807	0.128
1.4	0.419	0.007	0.508	0.016	0.589	0.029	0.665	0.047	0.737	0.071	0.806	0.101	0.872	0.139
1.6	0.448	0.008	0.543	0.017	0.630	0.031	0.711	0.050	0.788	0.076	0.862	0.108	0.932	0.148
1.8	0.475	0.008	0.576	0.018	0.668	0.033	0.755	0.053	0.836	0.080	0.914	0.115	0.989	0.157
2.0	0.501	0.009	0.607	0.019	0.704	0.035	0.795	0.056	0.881	0.085	0.963	0.121	1.042	0.166
2.2	0.525	0.009	0.637	0.020	0.739	0.036	0.834	0.059	0.924	0.089	1.011	0.127	1.093	0.174
2.4	0.549	0.010	0.665	0.021	0.772	0.038	0.871	0.062	0.966	0.093	1.055	0.133	1.142	0.182
2.6	0.571	0.010	0.692	0.022	0.803	0.039	0.907	0.064	1.005	0.097	1.099	0.138	1.188	0.189
2.8	0.593	0.010	0.718	0.023	0.833	0.041	0.941	0.067	1.043	0.100	1.140	0.143	1.233	0.196
3.0	0.614	0.011	0.743	0.023	0.863	0.042	0.974	0.069	1.080	0.104	1.180	0.148	1.276	0.203
3.2	0.634	0.011	0.768	0.024	0.891	0.044	1.006	0.071	1.115	0.107	1.219	0.153	1.318	0.210
3.4	0.653	0.012	0.791	0.025	0.918	0.045	1.037	0.073	1.149	0.111	1.256	0.158	1.359	0.216
3.6	0.672	0.012	0.814	0.026	0.945	0.046	1.067	0.075	1.183	0.114	1.293	0.162	1.398	0.222
3.8	0.691	0.012	0.837	0.026	0.971	0.048	1.096	0.077	1.215	0.117	1.328	0.167	1.437	0.229
4.0	0.709	0.013	0.858	0.027	0.996	0.049	1.125	0.080	1.247	0.120	1.363	0.171	1.474	0.234
4.2	0.726	0.013	0.880	0.028	1.021	0.050	1.153	0.082	1.277	0.123	1.396	0.175	1.510	0.240
4.4	0.743	0.013	0.900	0.028	1.045	0.051	1.180	0.083	1.307	0.126	1.429	0.180	1.546	0.246
4.6	0.760	0.013	0.920	0.029	1.068	0.052	1.206	0.085	1.337	0.129	1.461	0.184	1.581	0.251
4.8	0.776	0.014	0.940	0.030	1.091	0.054	1.232	0.087	1.365	0.131	1.493	0.188	1.615	0.257
5.0	0.792	0.014	0.960	0.030	1.114	0.055	1.258	0.089	1.394	0.134	1.523	0.191	1.648	0.262
6.0	0.868	0.015	1.051	0.033	1.220	0.060	1.378	0.097	1.527	0.147	1.669	0.210	1.805	0.287
7.0	0.937	0.017	1.136	0.036	1.318	0.065	1.488	0.105	1.649	0.159	1.803	0.227	1.950	0.310
8.0	1.002	0.018	1.214	0.038	1.409	0.069	1.591	0.112	1.763	0.170	1.927	0.242	2.084	0.331
9.0	1.063	0.019	1.288	0.040	1.494	0.073	1.687	0.119	1.870	0.180	2.044	0.257	2.211	0.352
10.0	1.120	0.020	1.357	0.043	1.575	0.077	1.778	0.126	1.971	0.190	2.154	0.271	2.330	0.371
11.0	1.175	0.021	1.423	0.045	1.652	0.081	1.865	0.132	2.067	0.199	2.260	0.284	2.444	0.389
12.0	1.227	0.022	1.487	0.047	1.725	0.085	1.948	0.138	2.159	0.208	2.360	0.297	2.553	0.406
13.0	1.277	0.023	1.547	0.049	1.796	0.088	2.028	0.143	2.247	0.216	2.456	0.309	2.657	0.423
14.0	1.326	0.023	1.606	0.050	1.863	0.091	2.104	0.149	2.332	0.224	2.549	0.320	2.757	0.438
15.0	1.372	0.024	1.662	0.052	1.929	0.095	2.178	0.154	2.414	0.232	2.639	0.332	2.854	0.454
16.0	1.417	0.025	1.717	0.054	1.992	0.098	2.250	0.159	2.493	0.240	2.725	0.342	2.948	0.469
17.0	1.461	0.026	1.770	0.056	2.053	0.101	2.319	0.164	2.570	0.247	2.809	0.353	3.038	0.483
18.0	1.503	0.027	1.821	0.057	2.113	0.104	2.386	0.169	2.644	0.254	2.890	0.363	3.127	0.497
19.0	1.544	0.027	1.871	0.059	2.171	0.107	2.451	0.173	2.717	0.261	2.970	0.373	3.212	0.511
20.0	1.584	0.028	1.919	0.060	2.227	0.109	2.515	0.178	2.787	0.268	3.047	0.383	3.296	0.524
30.0	1.941	0.034	2.351	0.074	2.728	0.134	3.080	0.218	3.414	0.328	3.732	0.469	4.036	0.642
40.0	2.241	0.040	2.714	0.085	3.150	0.155	3.557	0.251	3.942	0.379	4.309	0.541	4.661	0.741
50.0	2.505	0.044	3.035	0.095	3.522	0.173	3.977	0.281	4.407	0.424	4.817	0.605	5.211	0.829
60.0	2.744	0.048	3.324	0.104	3.858	0.189	4.356	0.308	4.828	0.465	5.277	0.663	5.708	0.908
70.0	2.964	0.052	3.591	0.113	4.167	0.205	4.705	0.333	5.215	0.502	5.700	0.716	6.166	0.981
80.0	3.169	0.056	3.839	0.121	4.454	0.219	5.030	0.356	5.575	0.536	6.094	0.766	6.591	1.048

注 太線は、汚水流速設定範囲 0.6~3.0m/s を示す。

3.2 管の設計

地中に埋設するリブパイプの設計計算は、計画する埋設深さ及び活荷重により埋設管に作用する荷重と基礎構造によって、管体に発生する最大曲げ応力及びたわみ率を計算し、そのいずれもが許容値を満足することを確認する手法により行う。

3.2.1 設計の手順

リブパイプの設計は、図3-4の手順で行う。

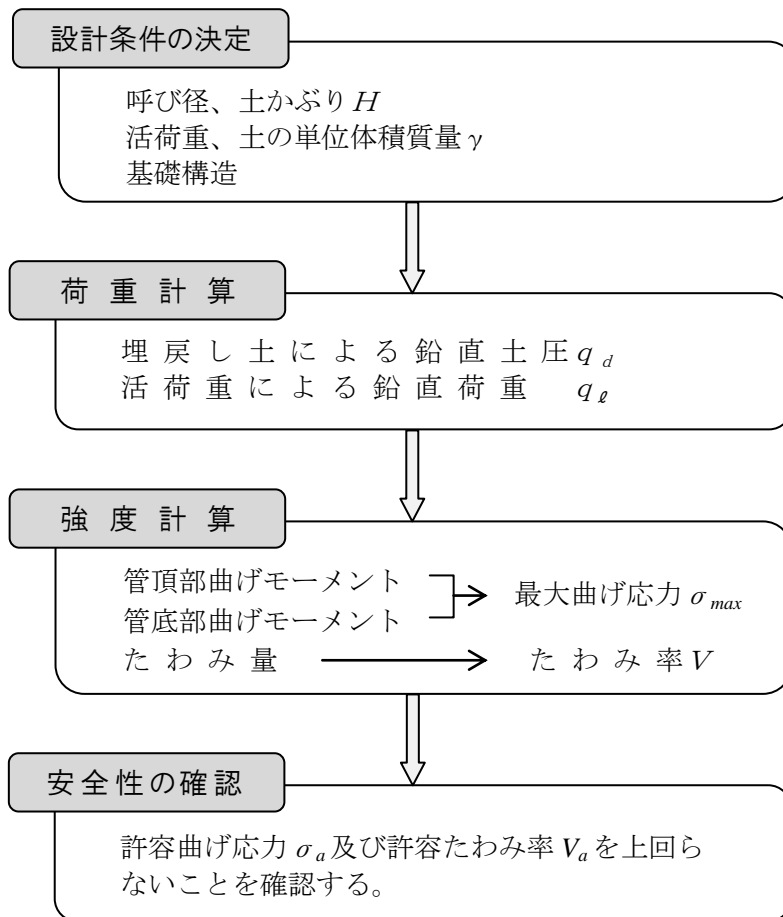


図3-4 設計の手順

3.2.2 埋設管に加わる荷重

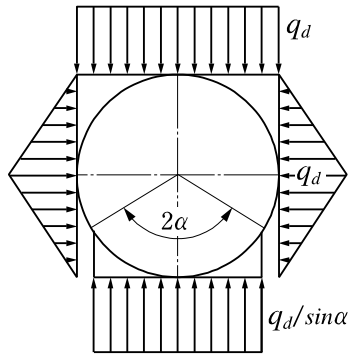
埋設管に加わる荷重は、埋戻し土による荷重及び活荷重による荷重とする。

(1) 荷重による土圧分布

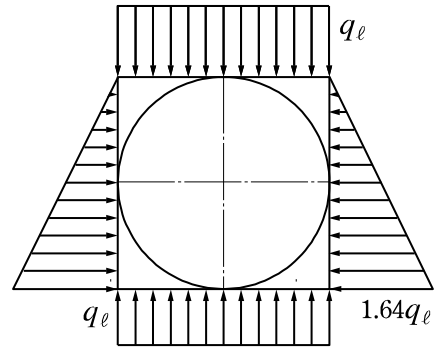
リブパイプの円周方向設計計算（曲げモーメント及びたわみ計算）に用いる鉛直土圧と水平土圧の分布は、図3-5とする。

埋戻し土による土圧分布は、管上土圧と底面反力が等分布の鉛直土圧として上下に作用するものとし、管のたわみによって生じる反力が二等辺三角形の水平土圧として左右に作用するものと想定する。また、活荷重による土圧分布は管上土圧と底面反力が上下とも等しい等分布の鉛直土圧として作用するものとし、管のたわみによって生じる反力が直角三角形の水平土圧として左右に作用するものと想定する。

(a) 埋戻し土による土圧分布



(b) 活荷重による土圧分布



注 q_d : 単位面積当りの埋戻し土による鉛直土圧
 q_l : 単位面積当りの活荷重による鉛直荷重
 2α : 有効支承角

図 3-5 土圧分布状態

(2) 埋戻し土による鉛直土圧

可とう性管は上部土圧により管側部の埋戻し土と管が一樣に変形するため、管に加わる荷重は管幅のみの土圧とし、埋戻し土による鉛直土圧は式(3・3)により求める。

その結果の一部を表 3-2 に示す。

$$q_d = \gamma \cdot H \quad \dots\dots\dots (3 \cdot 3)$$

ここに、

q_d : 埋戻し土による鉛直土圧 (kN/m²)
 γ : 埋戻し土の単位体積重量 (通常、18kN/m³)
 H : 土かぶり (m)

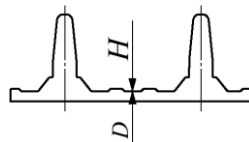


図 3-6 土かぶりの位置

表 3-2 埋戻し土による鉛直土圧

土かぶり (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
鉛直土圧 (kN/m ²)	9.0	18.0	27.0	36.0	45.0	54.0	63.0	72.0
土かぶり (m)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
鉛直土圧 (kN/m ²)	81.0	90.0	99.0	108.0	117.0	126.0	135.0	144.0

注 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

(3) 活荷重による鉛直土圧

活荷重は、**図 3-7** のように分散するものとし、活荷重による鉛直荷重は**式 (3・4)** より求める。
 ここでは、**道路橋示方書・同解説**に定められた T-25 の後輪荷重を用いる。
 その結果の一部を**表 3-4** に示す。

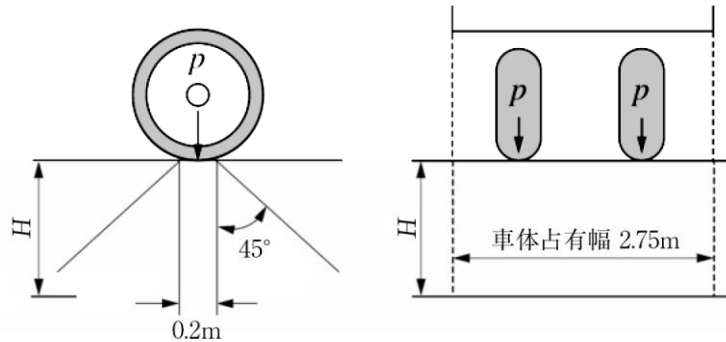


図 3-7 活荷重の影響

$$q_{\ell} = \frac{2P (1+i) \cdot \beta}{2.75(0.2 + 2H)} \dots\dots\dots (3 \cdot 4)$$

ここに、

- q_{ℓ} : 活荷重による鉛直荷重 (kN/m²)
- P : T-25 の 1 後輪荷重 (100kN)
- H : 土かぶり (m)
- i : 衝撃係数 (H によって**表 3-3** の値をとる)
- β : 断面力の低減係数 (0.9)

表 3-3 衝撃係数

土かぶり H	$H < 1.5\text{m}$	$1.5\text{m} \leq H < 6.5\text{m}$	$6.5\text{m} \leq H$
衝撃係数 i	0.5	$0.65 - 0.1H$	0

表 3-4 T-25 の後輪荷重による鉛直土圧

土かぶり (m)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
鉛直荷重 (kN/m ²)	81.8	44.6	30.7	22.6	17.6	14.3	11.8	10.0
土かぶり (m)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
鉛直荷重 (kN/m ²)	8.5	7.4	6.4	5.6	5.0	4.6	4.3	4.0

3.2.3 強度計算

(1) 曲げ応力の計算

埋戻し土と活荷重により発生する曲げ応力は、式(3・5)で求める。

$$M = (k_1 \cdot q_d + k_2 \cdot q_\ell) \cdot r'^2$$
$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{(k_1 \cdot q_d + k_2 \cdot q_\ell) \cdot r'^2}{Z} \dots\dots\dots (3 \cdot 5)$$

ここに、

- M : 単位長さ当りの埋戻し土と活荷重による曲げモーメントの和 (N・mm/mm)
- k_1 : 埋戻し土による曲げモーメント係数 (表 3-5 による)
- k_2 : 活荷重による曲げモーメント係数 (表 3-5 による)
- q_d : 埋戻し土による鉛直土圧 (MPa) {=N/mm²=10³kN/m²}
- q_ℓ : 活荷重による鉛直荷重 (MPa) {=N/mm²=10³kN/m²}
- r' : 管断面の中立軸までの半径 (mm) (表 3-6 による)
- σ : 埋戻し土と活荷重による曲げ応力 (MPa) {=N/mm²}
- Z : 単位長さ当りの断面係数 (mm³/mm) (表 3-6 による)

(2) たわみ率の計算

図 3-5 の土圧分布で、埋戻し土と活荷重により発生する鉛直方向のたわみ量及びたわみ率は、式(3・6)及び式(3・7)で求める。

$$\delta = (k_3 \cdot q_d + k_4 \cdot q_\ell) \cdot \frac{r'^4}{E \cdot I} \dots\dots\dots (3 \cdot 6)$$

$$V = \frac{\delta}{2r'} \times 100 \dots\dots\dots (3 \cdot 7)$$

ここに、

- δ : 埋戻し土と活荷重によるたわみ量の和 (mm)
- k_3 : 埋戻し土による鉛直方向のたわみ係数 (表 3-5 による)
- k_4 : 活荷重による鉛直方向のたわみ係数 (表 3-5 による)
- E : リブパイプの弾性係数 (2942MPa) {2942N/mm²}
- I : 単位長さ当りの断面 2 次モーメント (mm⁴/mm) (表 3-6 による)
- V : たわみ率 (%)

表 3-5 基礎条件と係数の関係

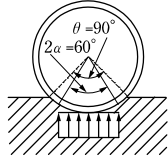
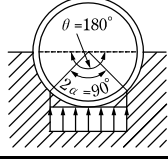
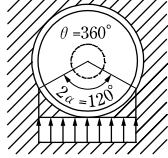
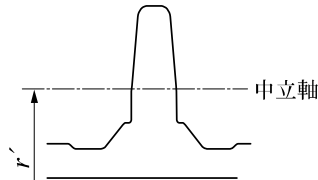
基礎条件	施工 支承角 θ	有効 支承角 2α	管の 位置	曲げモーメント係数		たわみ係数		基礎施工状態	基礎材料
				k_1	k_2	k_3	k_4		
A	90°	60°	管頂	0.132	0.079	0.102	0.030		砂
			管底	0.223	0.011				
B	180°	90°	管頂	0.120	0.079	0.085	0.030		砂・碎石
			管底	0.160	0.011				
C	360°	120°	管頂	0.107	0.079	0.070	0.030		砂・碎石
			管底	0.121	0.011				

表 3-6 設計に用いる寸法諸元

呼び径	管断面の中立軸 までの半径		管長1mm当りの断面 2次モーメント		管長1mm当りの 断面係数	
	r'	(mm)	I	(mm ⁴ /mm)	Z	(mm ³ /mm)
150	77.87		27.3		9.51	
200	103.75		63.0		16.94	
250	129.73		122.5		25.63	
300	155.69		211.9		36.60	
350	181.88		344.7		49.88	
400	204.77		301.6		63.21	
450	229.98		424.3		85.29	



中立軸

r'

- 注 1. 管断面の中立軸までの半径 r' 及び断面 2 次モーメントは、リブ断面の各部寸法の最小 + $\frac{\text{許容差}}{2}$ から求め、性能規格値より定められたものである。
2. 断面係数は、 Z 強度計算の対象となる管内面に対する値とし $\frac{I}{r' - \text{管内半径}}$ である。

3.2.4 曲げ応力とたわみ率の許容値

(1) 許容曲げ応力

許容曲げ応力 (σ_a) は、17.7MPa {N/mm²} とする。これは、リブパイプの曲げ強さ 88.2MPa {N/mm²} を安全率 5 で除したものである。安全率を 5 としているのはリブパイプの安全率を諸外国では破壊強度に対して 4.0~5.0 を考慮しているの、その安全側をとったものである。

(2) 許容たわみ率

許容たわみ率 (V_a) は、4% とする。リブパイプの許容たわみ率については、偏平剛性が高いことを考慮して定めた。

3.2.5 最大曲げ応力とたわみ率の算定例

有効支承角 (2α) 120° の場合の算定例を表 3-7 に示す。

表 3-7 リブパイプの最大曲げ応力とたわみ率

σ_{max} : 最大曲げ応力 (MPa) {N/mm²}

V : たわみ率 (%)

呼び径	150		200		250		300		350		400		450	
r' (mm)	77.87		103.75		129.73		155.69		181.88		204.77		229.98	
土かぶり	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V	σ_{max}	V
0.5	4.7	0.91	4.7	0.93	4.9	0.93	4.9	0.93	4.9	0.92	4.9	1.49	4.6	1.50
1.0	3.5	0.76	3.5	0.78	3.6	0.79	3.6	0.79	3.6	0.77	3.6	1.26	3.4	1.27
1.5	3.4	0.83	3.4	0.85	3.5	0.85	3.5	0.85	3.5	0.83	3.5	1.36	3.3	1.37
2.0	3.6	0.94	3.6	0.96	3.7	0.97	3.7	0.97	3.7	0.95	3.7	1.55	3.5	1.56
2.5	4.0	1.08	3.9	1.11	4.1	1.11	4.1	1.11	4.1	1.09	4.1	1.78	3.8	1.79
3.0	4.4	1.24	4.4	1.27	4.5	1.27	4.6	1.27	4.6	1.25	4.6	2.04	4.3	2.05
3.5	4.9	1.40	4.9	1.44	5.1	1.44	5.1	1.44	5.1	1.41	5.1	2.31	4.8	2.32
4.0	5.6	1.57	5.6	1.61	5.8	1.62	5.8	1.62	5.9	1.58	5.9	2.58	5.5	2.60
4.5	6.3	1.74	6.3	1.79	6.5	1.80	6.6	1.79	6.6	1.76	6.6	2.87	6.1	2.89
5.0	7.0	1.92	7.0	1.96	7.2	1.98	7.3	1.97	7.3	1.93	7.3	3.16	6.8	3.18
5.5	7.7	2.09	7.7	2.15	7.9	2.16	8.0	2.16	8.0	2.11	8.0	3.45	7.5	3.47
6.0	8.4	2.27	8.3	2.33	8.6	2.34	8.7	2.34	8.7	2.29	8.7	3.74	8.1	3.77
6.5	9.1	2.45	9.0	2.51	9.3	2.53	9.4	2.52	9.4	2.47	9.4	4.03	8.8	4.06
7.0	9.8	2.63	9.7	2.70	10.0	2.71	10.1	2.71	10.1	2.66	10.1	4.33	9.5	4.36
7.5	10.4	2.82	10.4	2.89	10.8	2.90	10.8	2.90	10.9	2.84	10.9	4.63	10.2	4.67
8.0	11.1	3.00	11.1	3.07	11.5	3.09	11.6	3.09	11.6	3.03	11.6	4.94	10.8	4.97

注 太線は、 σ_{max} , V の許容値の範囲内を示す。

計算条件 (1) 活荷重 : T-25 の 1 後輪荷重 100kN

(2) 土の単位体積重量 : 18kN/m³

3.3 基礎の設計

3.3.1 基本的な考え方

リブパイプは、SRA と同じ硬質塩化ビニル管の一種であり、埋設強度の検討は、一般のとう性管に採用されている土圧分布に同じである。よって、基礎についても、適切な土圧分布が得られるよう、SRA と同じように、十分に締め固めることが重要となる。

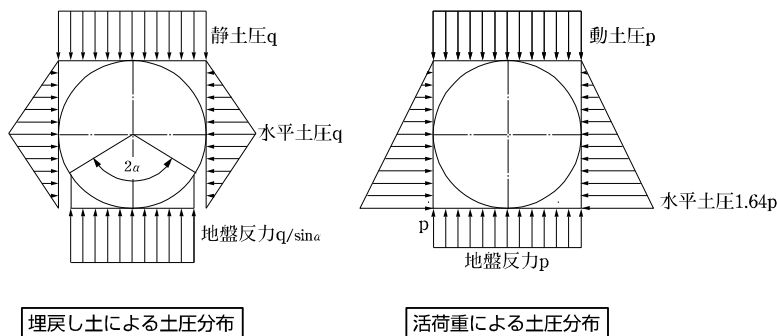


図3-8 とう性管の土圧分布

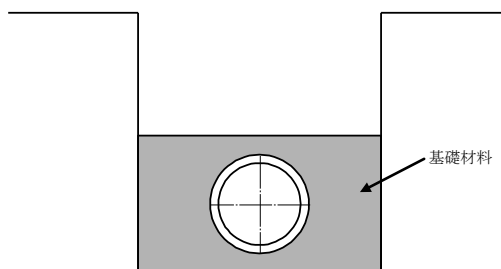


図3-9 とう性管の基礎構造図

3.3.2 基礎材料

リブパイプの基礎材料の選定ポイントは、「十分な締め固めができること」と共に、「最大粒径」も選定のポイントとして重要である。

リブパイプの場合、SRA と異なり、C-40（最大粒径：50 mm）相当の砕石による埋め戻しができ、資源循環型の再生砕石、再生砂、汚泥溶解スラグ、石炭灰（クリンカアッシュ）、改良土なども基礎材料として使用することができるため、広い範囲から基礎材の選定を行える。

●基礎材料選定のポイント

- ・十分な地耐力が得られるよう、締め固めが可能なこと
- ・耐久性があること
- ・ゴミや不純物（特に有機溶剤）をほとんど含まないこと
- ・凍結しないこと
- ・最大粒径が 50 mm 以下であること

対象となる材料が基礎材料として使用可能であるか否かについて、具体的な検討方法としては、「統一土質分類法」が考えられる。

ただし、実採用に当たっての最終的な判断は、その都度、現場(役所)サイドでご判断いただくこととなります。

3.3.3 基礎材料としての判定方法

リブパイプの基礎材料として「締め固まるかどうか」「十分な地耐力が得られるかどうか」を検討することで、使用の可否を判定（判断）することができる。

【検討項目】

(1) 締め固まるかどうか（統一土質分類法）

統一土質分類法により、発生土の粒径加積曲線より次の指数を検討することで、締め固めの可否を判断することができる。

1) 粒径の分布が良いか

粒度分布から計算される均等係数： U_c と曲率係数： U_c' から判断する。

$$U_c = D_{60}/D_{10}, \quad U_c < 4 \sim 5 : \text{不良}, U_c > 10 : \text{良好}$$

$$U_c' = D_{30}^2 / (D_{60} \times D_{10}) \quad U_c' = 1 \sim 3 : \text{良好}$$

* D_x : 通過重量百分率 = x % の粒径

2) 細粒分が少ないか

粒径が 0.074 mm 以下である細粒分（シルト、粘土）の含有率が大きいと転圧時に、基礎材を締め固めることができない可能性がある。よって、一般的に含有率は、5% 未満が良好な状態であると言われている。

3) 良好な締め固めが得られる含水比の範囲

砂中の水分量（含水比）によって、締め固めた際の密度が異なる。含水比が変化した場合に密度が急激に変化するような材料では、含水比によって得られる締め固め度が大きく変化することになり、埋戻し材として適切ではないと考えられる。そこで、最大密度の 95% に締め固め可能な含水比の範囲を求める。

(2) 反力が取れるかどうか（CBR 値）

CBR 値は地盤の反力係数のようなもので、これが高ければ地盤の弾性係数が高いことになり、埋設管を支承するための良好な反力が得られることになる。

【比較基準値】

検討項目に砂、真砂土の試験データを加えたものである。

項目	比較基準値
均等係数	$U_c > 10$
曲率係数	$U_c' = 1 \sim 3$
細粒分含有率	真砂土 : 8~17%程度 砂 : 3~5%程度
土粒子の密度	真砂土 : 2.7 g/cm ³ 程度 砂 : 2.7 g/cm ³ 程度
最適含水比	真砂土 : 10~15%程度 砂 : 10%程度
最大乾燥密度	真砂土 : 1.8 g/cm ³ 程度 砂 : 1.8 g/cm ³ 程度
95%締め固め度が得られ る含水比範囲	真砂土 : 7~16%程度 砂 : 6~14%程度
修正 CBR 値 (もしくは設計 CBR 値)	真砂土 : 45~65%程度 砂 : 12~17%程度
最大粒径	50 mm 以下

3.4 浅層埋設

リブパイプを車道下に埋設する際の最小土かぶりは以下のとおりとする。

- ・ 道路土工 カルバート工指針 (平成11年3月 (社) 日本道路協会) より
舗装厚+30cm以上
- ・ 建設省 (現 国土交通省) 道路局路政課・国道課発行の通知「電線、水管、ガス管または下水道管を道路の地下に設ける場合における埋設の深さ等について」 (平成11年3月31日文書番号・建設省道政発第32号・建設省道国発第5号及び平成12年3月24日文書番号・建設省道政発第28号・建設省道国発第13号) より

〈呼び径300mm以下のもの〉

本線 : 道路の舗装の厚さに0.3mを加えた値 (当該値が1mに満たない場合には1m) 以下としない。

本線以外の線 : 車道下…道路の舗装の厚さに0.3mを加えた値 (当該値が0.6mに満たない場合には0.6m) 以下としない。

歩道下…道路の舗装の厚さに0.3mを加えた値 (頂部と路面との距離は0.5m、なお、歩道の切り下げ部では0.4m) 以下としない。

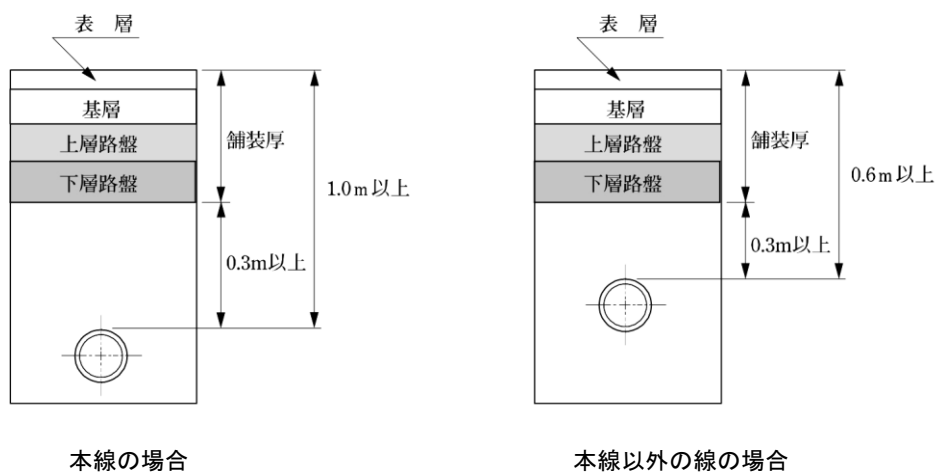


図 3-10 リブパイプの埋設深さ

3.5 配管設計

3.5.1 各種配管例

＜コンクリート製マンホールとの接続＞

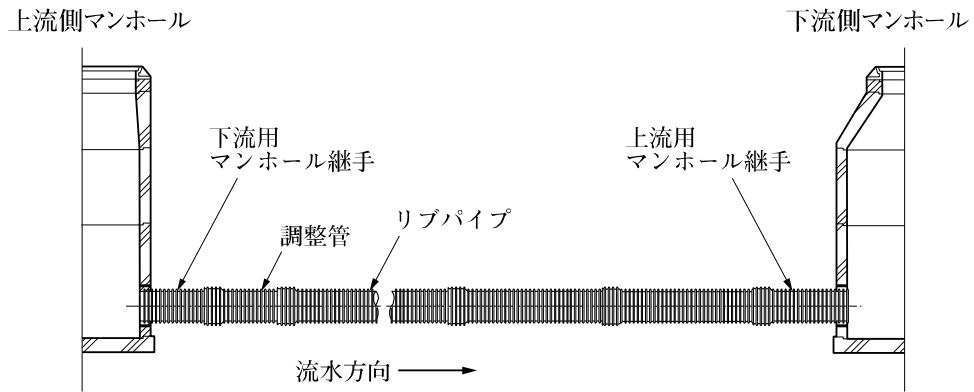


図3-11 マンホール継手による接続

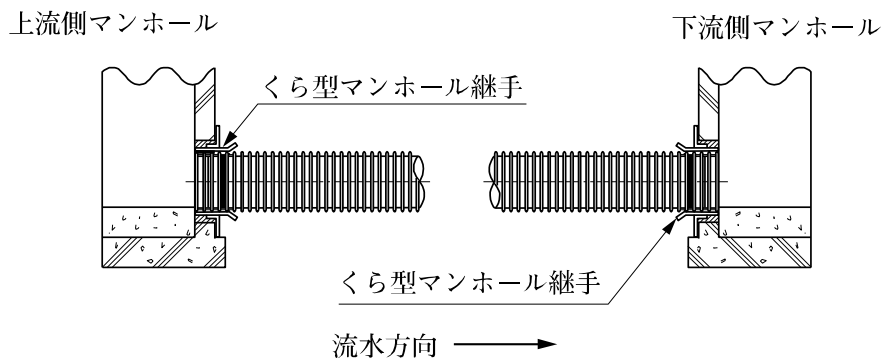


図3-12 くら型マンホール継手による接続

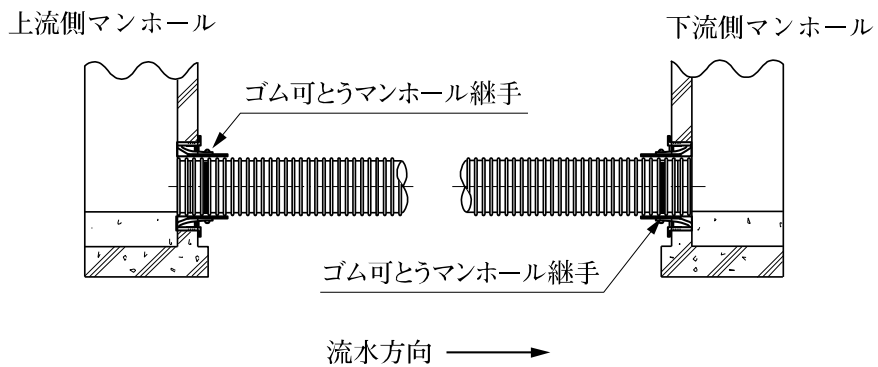


図3-13 ゴム可とうマンホール継手による接続

<副管との接続>

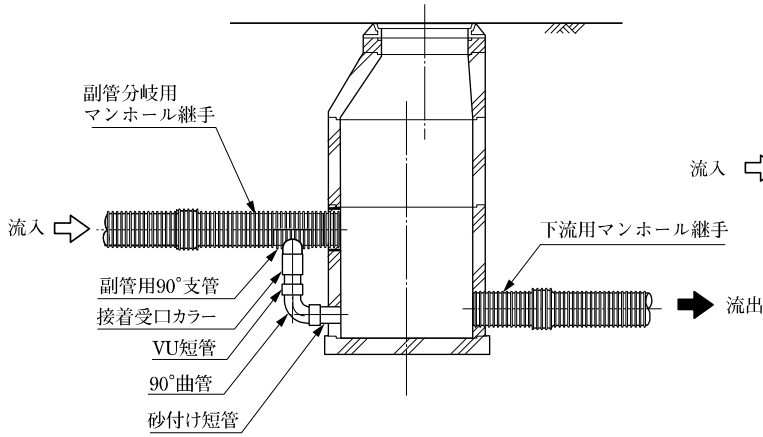


図 3-14 外副管の配管図

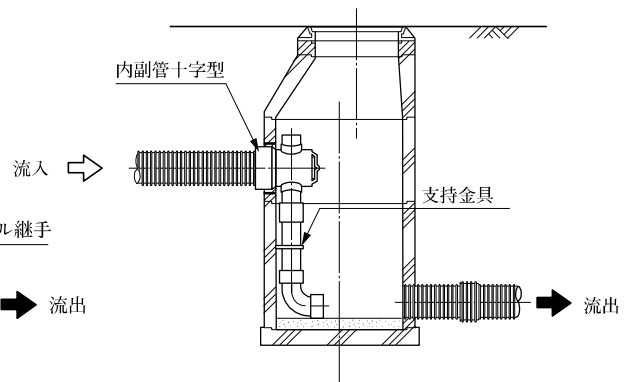


図 3-15 内副管の配管図

<リブ付小型マンホールとの接続>

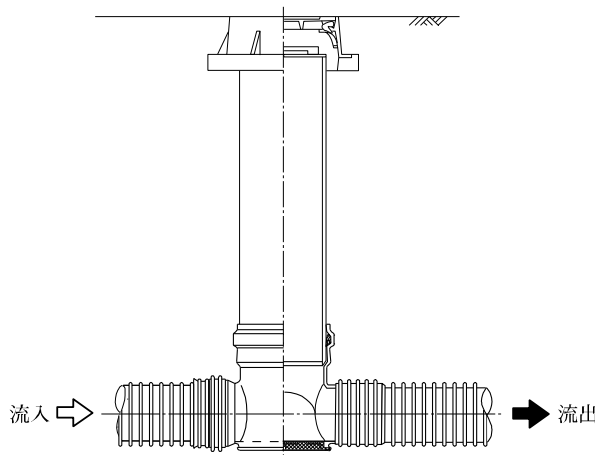


図 3-16 リブ付小型マンホールとの配管設置図

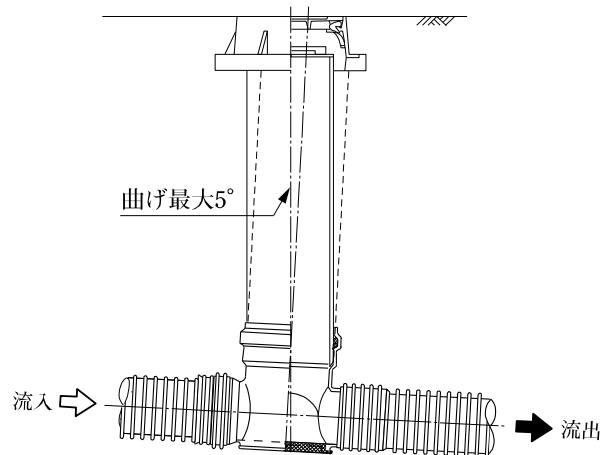


図 3-17 管路勾配 5° 未満の配管設置図

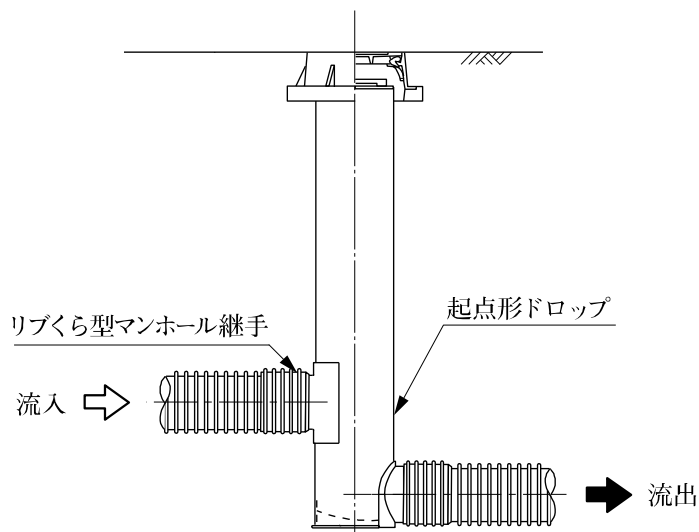


図 3-18 起点形ドロップとの配管設置図

<リブ本管自在継手及びフラット自在>

(1) 勾配

管路の勾配が 5° ~ 15° (87%~268%) の場合は、下記にて対応する。

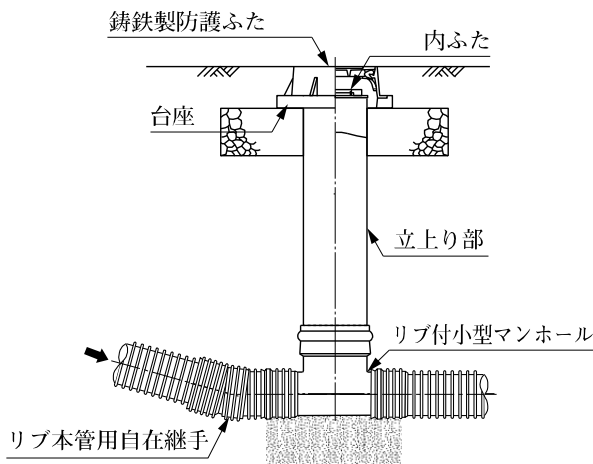


図 3-19 リブ本管自在継手とリブ付小型マンホールによる対応

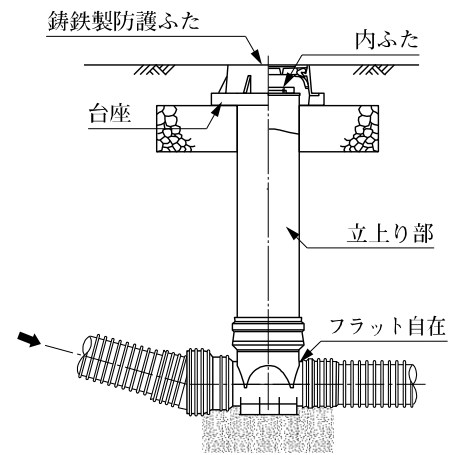


図 3-20 フラット自在による対応

(2) 屈曲点

曲がり角度が15の倍数でない場合は、下記にて対応する。

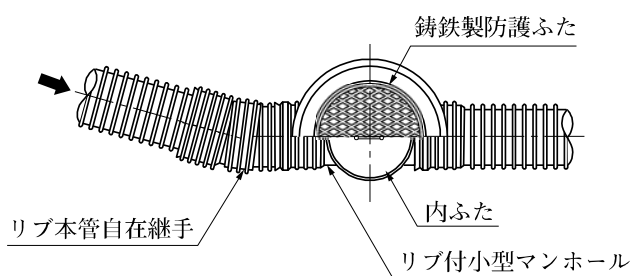


図 3-21 リブ本管自在継手とリブ付小型マンホールによる対応

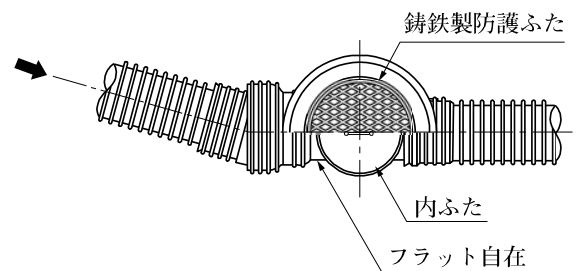


図 3-22 フラット自在による対応

注 曲がり角度が15の倍数の場合は曲りインバートを設置する。

(3) 管の合流

管路の合流する箇所では合流インバートとリブ本管自在継手を組み合わせて設置する。

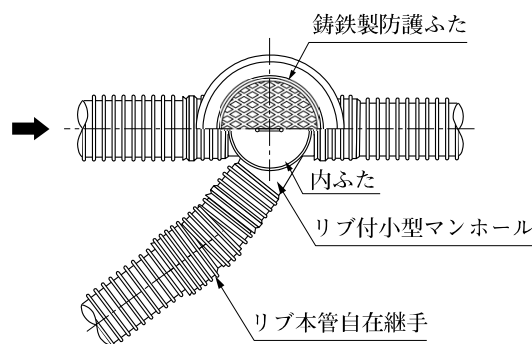


図3-23 管路の合流

< 取付け管配管例 >

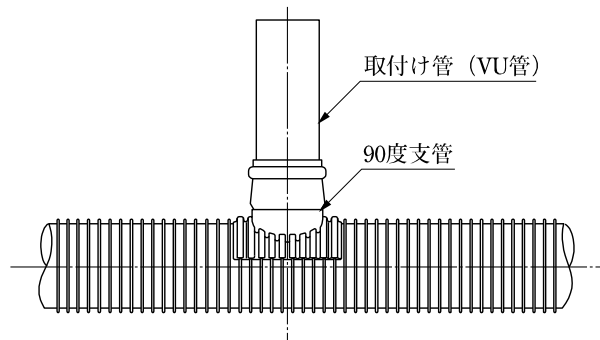


図3-24 90度支管（取付け管用）による配管例

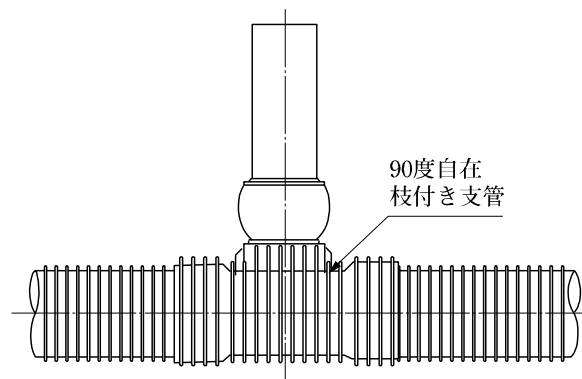


図3-25 90度自在枝付き管（取付け管用）による配管例

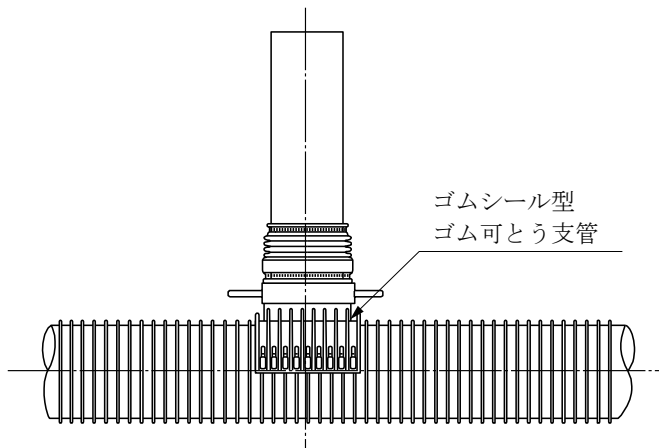


図3-26 ゴムシール型ゴム可とう支管（取付け管用）による配管例

3.5.2 各種地盤における配管例および基礎構造例

配管例及び基礎構造例を表3-8～表3-10に示す。

表3-8 配管例及び基礎構造例（本管）



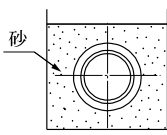
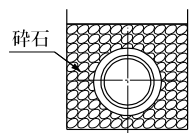
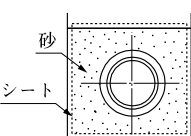
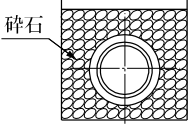
配管例	普通地盤	
	軟弱地盤	
	傾斜地盤	 <p>下流側</p> <p>両受管を中央で切った短管を使用し 1本当たりの接合部伸縮量を減らす。</p>
基礎構造例	普通地盤	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>砂基礎</p>  <p>砂</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>碎石基礎</p>  <p>碎石</p> <p>最大粒径 50 mm</p> </div> </div>
	軟弱地盤	<p>ベツシート基礎</p>  <p>砂</p> <p>シート</p>
	傾斜地盤	<p>碎石基礎</p>  <p>碎石</p> <p>最大粒径 50 mm</p>

表3-9 配管例及び基礎構造例（コンクリート製マンホール接続部）

配管例	普通地盤	
	軟弱地盤	
基礎構造例	傾斜地盤	
	普通地盤	
基礎構造例	軟弱地盤	<p>管及びマンホール継手部の基礎は、地盤別に表3-8の基礎構造を採用する。</p>
	普通地盤	
	傾斜地盤	

表3-10 配管例及び基礎構造例（取付け管）

配管例	普通地盤	
	軟弱地盤	
	傾斜地盤	
基礎構造例	普通地盤	<p>砂基礎</p> <p>取付け管の VU 管部は最大粒径 20 mm とする。</p>
	軟弱地盤	<p>ベットシート基礎</p>
	傾斜地盤	<p>砂基礎</p> <p>取付け管の VU 管部は最大粒径 20 mm とする。</p> <p>ベットシート基礎</p>

4. リブパイプの耐震設計

4.1 耐震設計計算の手順

4.1.1 計算方法

- (1) 地震動より管きよには、①地震動によって生ずる管体部の応力、②管きよ継手部の屈曲及び伸縮、③二次的に生ずる地盤変状によって継手部の伸縮が生ずる。
- (2) リブパイプの計算は、①については、管径が小さいこと、埋設深さが比較的浅いことから応答変位法を用いた水道施設耐震工法指針・解説に準拠して行い、②③については下水道施設の耐震対策指針と解説で示されている計算式及び地盤別の変位量をもとに行う。

4.1.2 リブパイプの計算の考え方

下水道施設の耐震対策指針と解説では、管本体の鉛直断面について地震動によるせん断ひずみを想定したフレーム解析により検討を行っているが、リブパイプの場合、管径が小さく埋設深さも比較的浅いため、図4-1に示す ΔU （相対変位： $\Delta U = U_h(h_1) - U_h(h_2)$ ）が非常に小さい。また、フレーム解析及び近似法で計算した場合、常時荷重及び地震の影響による応力の合成応力（地震時の全応力）は、ほぼ埋設設計計算による応力値となり、地震動の影響は小さい値となる。したがって、リブパイプは計算値の厳しい「地震動の影響による管軸方向の引張り強さによる照査」で行う。

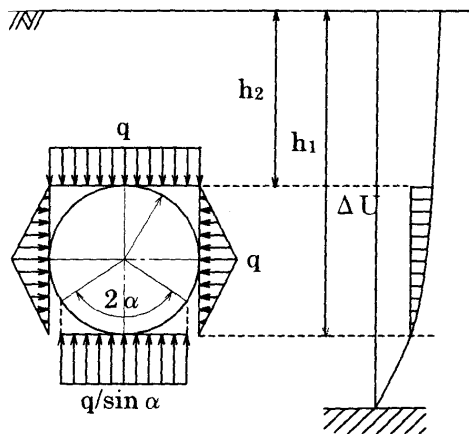


図4-1 管きよ鉛直断面の照査用荷重

4.2 計算条件と計算結果

ここでは、呼び径 150 のリブパイプについての計算例を示す。

なお、詳細による計算は、下水道施設耐震計算例－管路施設編－（（社）日本下水道協会）又は、下水道用リブ付硬質塩化ビニル管の耐震対策についてを参照のこと。

4.2.1 耐震計算条件と計算結果

(1) 耐震計算条件

呼び径150のリブパイプを土かぶり1.2mに埋設した場合について地盤、マンホール間隔、その他のモデル的条件を表4-1に示す。

表4-1 耐震計算条件

条件	種類	レベル1 地震動		レベル2 地震動	
		軟弱地盤	普通地盤	軟弱地盤	普通地盤
地盤	N 値	2	12	2	12
	表層地盤厚 (m)	24.7			
	地盤沈下量 (m)	—		0.165	
	設計応答速度 (m/s)	0.24	0.24	0.8	0.6
管	呼び径	150 (最小厚さ2.4mm)			
	有効長 (m)	4			
	土かぶり (m)	1.2			
マンホール	深さ (m)	2			
	間隔 (m)	40			

(2) 条件的に一番厳しくなるサイズ(呼び径150)で耐震性について検討した結果を表4-2に示す。

表4-2 耐震性検討結果

条件	レベル1 地震動						レベル2 地震動							
	軟弱地盤			普通地盤			軟弱地盤			普通地盤				
	計算値	許容値	判定	計算値	許容値	判定	計算値	許容値	判定	計算値	許容値	判定		
計算結果	応力 (MPa)		4.84	10.8	○	2.95	10.8	○	12.38	45 [※]	○	8.46	45 [※]	○
	地震動	地盤歪み (%)	0.09	—	—	0.07	—	—	0.45	—	—	0.31	—	—
		屈曲角 (°)	0.04	3	○	0.02	3	○	0.21	5	○	0.13	5	○
		抜け出し量 (mm)	3.8	30	○	2.7	30	○	18	61	○	12	61	○
	液状化地盤	地盤沈下	屈曲角 (°)	—						0.19			5	○
			抜け出し量 (mm)	—						0.44			61	○
		護岸	抜け出し量 (mm)	—						60			61	○
	継手部	内陸	抜け出し量 (mm)	—						48			61	○
		地盤傾斜	抜け出し量 (mm)	—						52			61	○
	浅層不整形地盤	浅層不整形地盤	浅層不整形地盤歪 (%)	0.09			—	—	0.45			—	—	
			抜け出し量 (mm)	3.8			30	○	18			61	○	

※ JSWAS K-13-2003 では、許容値は47MPa であるが、JIS K 6741-2007 及び JSWAS K-1-2010 より、45MPa とした。

4.2.2 呼び径 150 のリブパイプの安全照査のための性能値

表 4-3 呼び径 150 のリブパイプの安全照査のための性能値

項 目	レベル 1 地震動の場合 (使用限界)	レベル 2 地震動の場合 (終局限界)
発生応力 (引張強さ)	10.8MPa	45MPa*
屈曲角	±3°	±5°
抜け出し量	30 mm	61 mm

* JSWAS K-13-2003 では、許容値は 47MPa であるが、JIS K 6741-2007 及び JSWAS K-1-2010 より、45MPa とした。

4.2.3 耐震計算結果のまとめ

(1) 管に発生する応力に対する安全性

- ① レベル 1 地震動の場合、性能値 (使用限界) と比較し、軟弱地盤、普通地盤とも発生応力は小さい。
- ② レベル 2 地震動の場合、性能値 (終局限界) と比較し、最大応力でも性能値の 20% 程度である。

(2) 継手部 (マンホール継手を含む) の屈曲角

- ① 安全性を照査する限界屈曲角として、地震動そのものによる継手部の屈曲角は、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動とも性能値に比較して極めて小さく、管が蛇行する恐れはない。
- ② 地盤沈下による継手部の屈曲角は、レベル 2 地震動の場合の性能値とを比較して安全性を照査する。

(3) 継手部 (マンホール継手を含む) の抜け出し量

- ① 安全性を照査する限界抜け出し量として、地震動そのものによる継手部の抜け出し量は、レベル 1 地震動、レベル 2 地震動とも性能値に比較して極めて小さく、管が抜け出す恐れはない。
- ② 地盤の永久ひずみによる継手部の抜け出し量は、レベル 2 地震動の場合の性能値とを比較して安全性を照査する。

4.2.4 考 察

以上の結果より、基本的には有効長 4m の片受直管による配管で耐震性は十分に確認されるが、管の離脱に曲げが加わったり施工誤差などの影響により離脱長さが 60mm を越えることが予測される地域においては、両受直管を中央で切断した短管を用いることが望ましい。

また、差し管の突っ込みによる安全性は、6.7 接合部圧縮試験にあるように 123mm の突っ込み量に対しても安全性を確保していることを確認している。

なお、液状化が予測される地盤においては、管路の浮上防止のため、砕石基礎を適用することが有効である。

4.2.5 安全性の照査

安全性の照査に用いるリブパイプの性能値は、レベル1地震動については使用限界（許容値）、レベル2地震動については終局限界値（試験性能値）とし、表4-4のとおりとなっている。

表4-4 安全性照査のためのリブパイプの性能値

照査対象項目	レベル1 地震動の場合	レベル2 地震動の場合
発生応力	引張強度：10.8MPa (使用限界)	引張強度：45MPa [※] (終局限界)
屈曲角	限界屈曲角：±3° (使用限界)	限界屈曲角：±5° (終局限界)
抜け出し量	限界抜け出し量（使用限界） 呼び径150：30mm 呼び径200：30mm 呼び径250：34mm 呼び径300：38mm 呼び径350：38mm 呼び径400：38mm 呼び径450：38mm	限界抜け出し量（終局限界） 呼び径150：61mm 呼び径200：61mm 呼び径250：69mm 呼び径300：77mm 呼び径350：77mm 呼び径400：77mm 呼び径450：77mm

※ JSWAS K-13-2003 では、許容値は47MPa であるが、JIS K 6741-2007 及び JSWAS K-1-2010 より、45MPa とした。

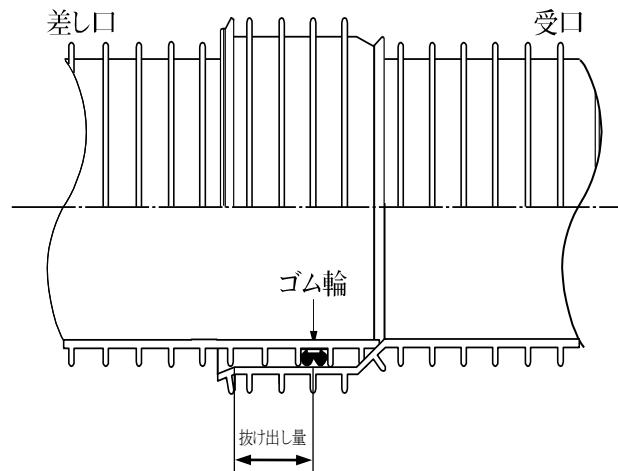


図4-2 継手部の抜け出し量

5. リブ付小型マンホールの設計

5.1 管種

硬質塩化ビニル製リブ付小型マンホール（以下、「リブ付小型マンホール」という。）は下水道用リブ付硬質塩化ビニル管（日本下水道協会規格 JSWAS K-13）呼び径 150、200用のマンホールに適用する。

5.2 設置場所

- (1) リブ付小型マンホールは管路の起点および方向、勾配、管径などの変化する箇所、段差の生ずる箇所、管路の会合する箇所、ならびに維持管理上で必要な箇所に設置する。
- (2) リブ付小型マンホールの設置間隔は管路の直線部分においても 50m 以下とする。

注 リブ付小型マンホールは維持管理器具の搬出入のために用いるものであり、人の出入りはできない。維持管理上、人の出入りが必要な箇所には従来の 1 号マンホールを設置する。

5.3 設置深さ

リブ付小型マンホールの設置深さは、4m 以下を標準とする。
なお、荷重等を考慮して特に必要のある場合には、それに耐え得る防護工を施す。

5.4 基礎

リブ付小型マンホールの基礎は、リブパイプの基礎に従う。

5.5 勾配

- (1) 管路の勾配が 5° （87‰）以下の場合、立上り部のゴム輪受口で立上り部の角度調整を行う（図 5-1 参照）。

注 インバート部と立上り部のゴム輪接合部で、立上り部の角度調整が 5° の範囲で行える。

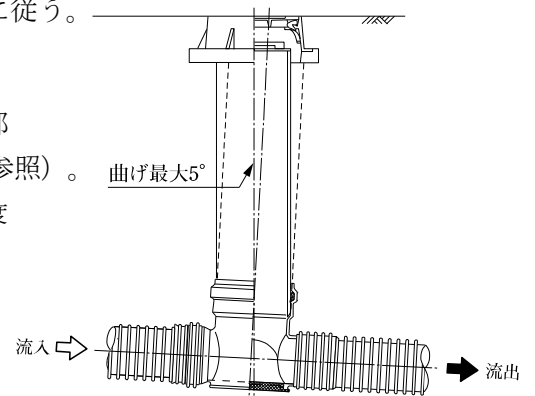


図 5-1 管路勾配 5° 以下の場合

- (2) 管路の勾配が $5^\circ \sim 15^\circ$ （87‰～268‰）の場合は、リブ本管自在継手をインバート部の流入部に接合して対応（図 5-2 参照）、または自在受口形リブ付小型マンホール（以下、「フラット自在」という。）にて対応する（図 5-3 参照）。

- 注 1. リブ本管用自在継手は $0^\circ \sim 15^\circ$ の角度調整を、管路の内面に段差を生じることなく行える。
2. フラット自在については、管路勾配 $0^\circ \sim 15^\circ$ （0‰～268‰）の範囲で調整が行える。

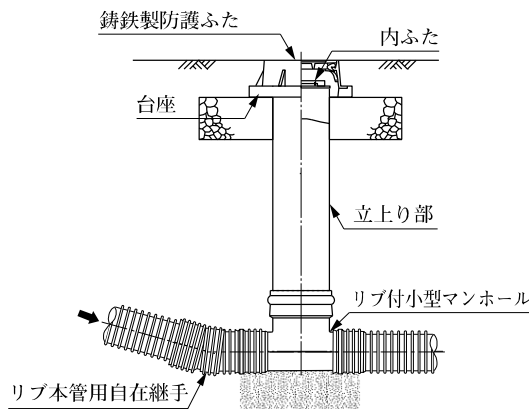


図 5-2 リブ本管自在継手を用いる場合

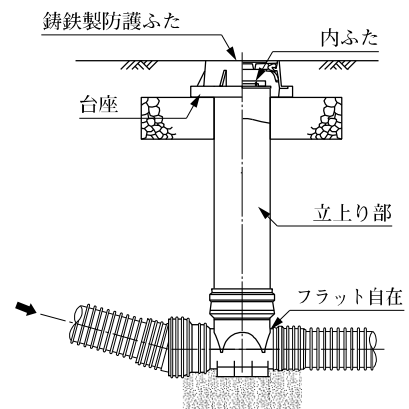


図 5-3 フラット自在を用いる場合

5.6 屈曲点

(1) 曲がり角度が 15 の倍数の場合は曲りインバートを設置する (図 5-4 参照)。

注 1. リブ付小型マンホールの曲りインバートには 15L、30L、45L、60L、75L、90L のそれぞれ左右がある。

2. リブ付小型マンホールを流出側から見て流入側が右にあるものが「右」、左にあるものが「左」とする。下図は「右」を示す。

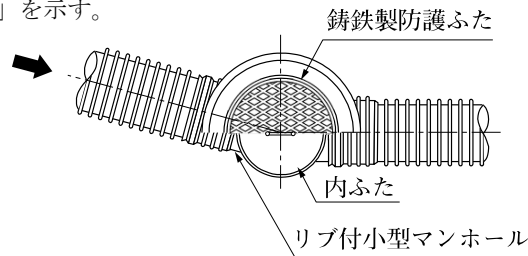


図 5-4 曲がり角度が 15 の倍数の場合

(2) 曲がり角度が 15 の倍数でない場合は、ストレートあるいは曲りインバートとリブ本管自在継手を組合わせて設置 (図 5-5 参照)、またはフラット自在を設置する (図 5-6 参照)。

注 フラット自在については、マンホール受口部で角度を大きくしない方が維持管理及び掃流性上良好であるので $\pm 7.5^\circ$ を調整範囲の参考値とするが、当事者間の取決により $\pm 15^\circ$ まで使用できる。 $\pm 7.5^\circ$ の目安としてリングにより角度を規制しているが、リングを取外すことにより $\pm 15^\circ$ まで使用できる。 $\pm 7.5^\circ$ の範囲で調整が行える。

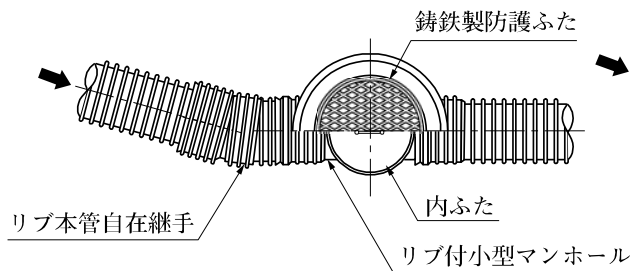


図 5-5 リブ本管自在継手を用いる場合

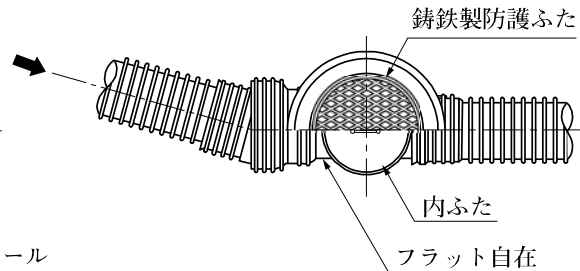


図 5-6 フラット自在を用いる場合

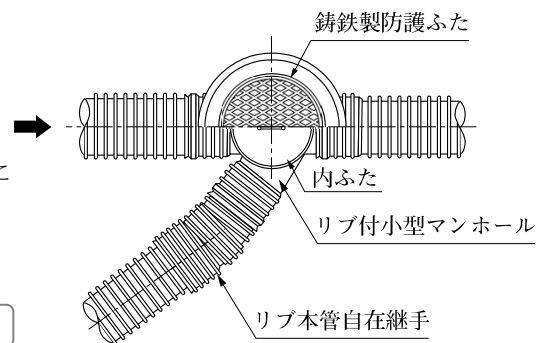
(3) リブ付小型マンホールのふた中心 (立上り部の中心) と、流入管、流出管の交点は、必ずしも一致しない。これは、マンホール径 300 でも曲がりを大きくし、下水の流れをスムーズにすることや、維持管理を考慮しているためである。

5.7 管路の合流

管路の会合する箇所では合流インバートとリブ本管自在継手を組合わせて設置する (図 5-7 参照)。

注 1. 合流インバートには 45Y、90Y のそれぞれ左右がある。

2. リブ付小型マンホールを流出側から見て流入枝管が右にあるものが「右」、左にあるものが「左」とする。図は、「左」を示す。



⚠ リブ本管自在継手は、リブ付小型マンホール専用である。

図 5-7 管路の合流の場合

5.8 落差工

管路に落差の生じる箇所では、落差の大きさに応じて次の以下の組み合わせを決定する（表5-1 参照）。

- ① 起点形ドロップとリブくら型マンホール継手（図5-8 参照）
- ② 起点とリブくら型マンホール継手（図5-9 参照）

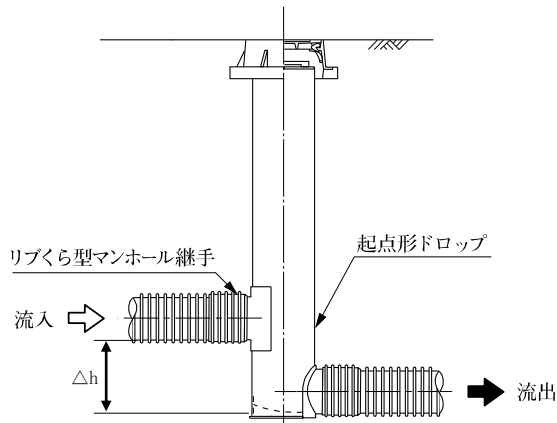


図5-8 起点形ドロップによる落差工

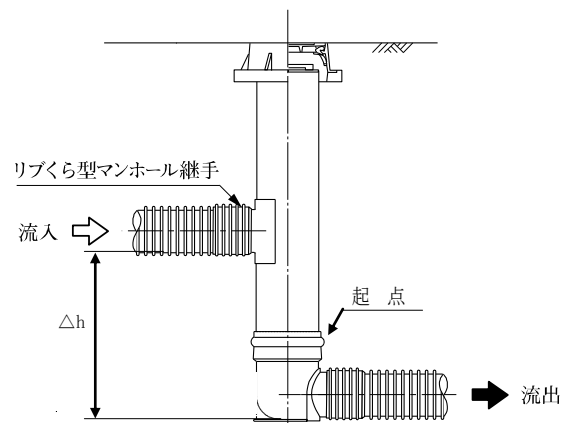


図5-9 起点による落差工

表5-1 使用部材と適用落差 (Δh)

(単位: mm)

呼び径	使用部材	起点形ドロップと リブくら型マンホール継手	起点と リブくら型マンホール継手
150-300		50 以上	550 以上
200-300		50 以上	550 以上

⚠注意 リブくら型マンホール継手は、次の点に注意して使用する。

- ① くらを切断加工しない。
- ② 立上り接合部にリブくら型マンホール継手を取付けない。
- ③ 1箇所のマンホールに取付け可能なリブくら型マンホール継手は、基本的に2個までとし、くら同士が干渉しないように取付ける。

5.9 防護ふた

リブ付小型マンホールのふたには立上り部およびインバート部に車両の荷重が直接かからないよう、JSWAS G-3に規定されている防護ふたを用いる。防護ふたにはT-8、T-14及びT-25の3種類があり、設置する道路により使い分ける（表5-2 参照）。

表5-2 防護ふたの適用

種類	主な使用場所	備考
T-8	歩道、宅地内等	歩道、宅地内、公園敷地内道路をさす。敷地等の利用形態によって大型車両の通行の有無を考慮する必要がある。
T-14	大型車の交通の少ない道路	車両総重量14トン以上の大型車の通行が少ない、あるいは通行できない道路をさす。おおむね、車両区分がなく一般に大型車両の交互通行が困難とされる車道幅員5.5m未満の道路と考えてよい。ただし、車道幅員が5.5m未満であっても、一方通行など車両総重量14トン以上の大型車が日常的に通行すると考えられる道路は、これにあたらぬ。
T-25	道路一般	大型車両が通行する道路から歩道まで、道路全般を示す。

6. リブパイプの性能

6.1 偏平試験

(1) 目的

- 1) リブパイプに偏平荷重を加え、管のたわみ率と荷重の関係を確認する。
- 2) リブパイプを偏平させ、「管体部」及び「リブ部」に異常が起きないか確認する。

(2) 試験方法

管のたわみ率が10%相当になるまで偏平させ、たわみ率と荷重の関係を測定する。

(3) 試験条件

- 1) 試験機 ロードセル式万能試験機
- 2) 供試体 供試体の寸法は、図6-1、表6-1に示す。

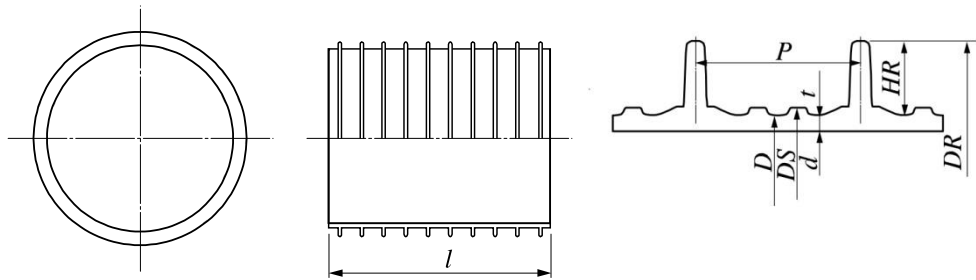


図6-1 供試体

表6-1 供試体の寸法

(単位：mm)

呼び径	シール部外径 DS	厚さ t	外径 D	リブ外径 DR	リブ高さ HR	リブ間隔 P	内径 d	長さ l
200	207.8	2.7	205.6	228.7	11.7	25.4	200.1	305
400	411.2	4.2	407.6	448.3	19.9	38.1	400.1	304
450	461.5	4.3	457.8	501.8	21.5	38.1	450.2	304

注 呼び径400、450は今回新たに試験を実施したものである。

- 3) 試験温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- 4) 载荷速度 毎分10mm
- 5) 測定項目 試料のたわみ量、試験機の荷重

(4) 試験結果

1) 各々の試料のたわみ率と荷重の関係を、図6-2に示す。

$$\text{たわみ率} \cdots \cdots \cdots \left(\frac{\text{たわみ量}}{\text{中立軸中心径}} \times 100 \right)$$

荷重 $\cdots \cdots \cdots$ (線荷重kN/m)

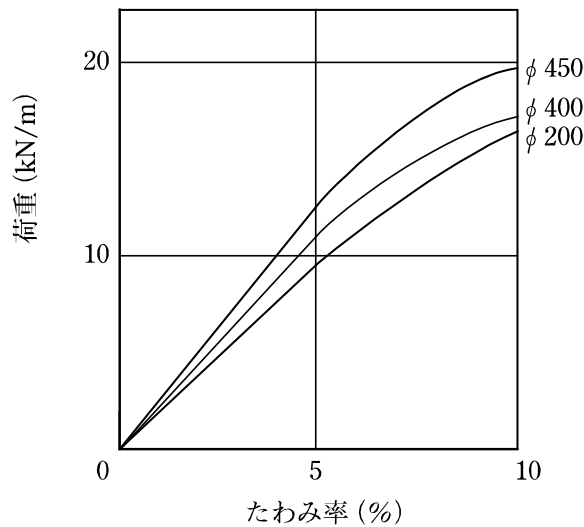


図6-2 たわみ率と荷重の関係

2) 試験後の管の状態を図6-3に示す。管内面が接触するまで管を変形した結果、管体部及びリブ部ともに割れ、亀裂などの異常は発生しなかった。

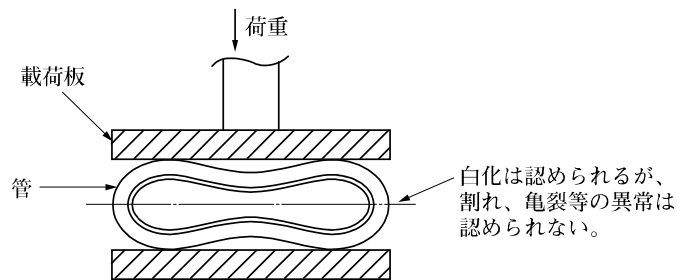


図6-3 試験後の管の状態

(5) 考察

図6-2より、リブパイプとしての力学的性質は、たわみ率6%まではほぼ完全な弾性領域にあり、許容たわみ率4%を十分満足させるといえる。また、図6-3より、リブパイプは、管の内面が接触するまで変形しても、管体部及びリブ部に割れ、亀裂などの異常が発生しない。管としての安全性は十分であるといえる。

6.2 負圧試験

6.2.1 ゴム輪接合部の負圧試験

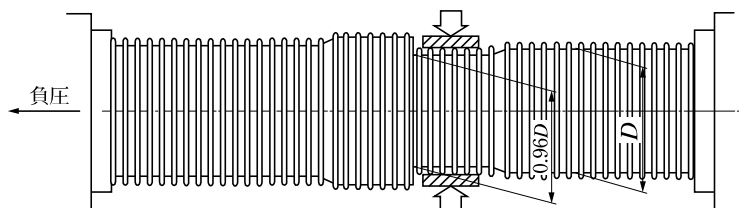
(1) 目的

リブパイプのゴム輪接合部は、地下水などの浸入に対して十分な水密性がなければならないが、この性能を確認するため、次の偏平負圧試験、偏平曲げ負圧試験及び偏心偏平負圧試験を実施した。

(2) 試験方法

1) 偏平負圧試験

図6-4に示すように、接合部差し口側上下に荷重を加え、偏平量が管外径の4%になるまで両寄せ偏平させる。負圧は0.078MPaにし1分間放置する。

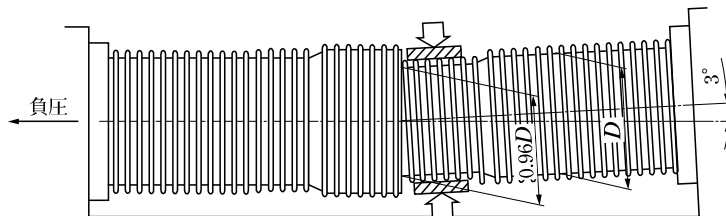


注 幅200mmの載荷板を受口端部より20mmの位置に設置する。

図6-4 偏平負圧試験

2) 偏平曲げ負圧試験

図6-5に示すように、接合部差し口側上下に荷重を加え、偏平量が管外径の4%になるまで両寄せ偏平した後、3°の曲げを与え負圧は0.078MPaにし1分間放置する。

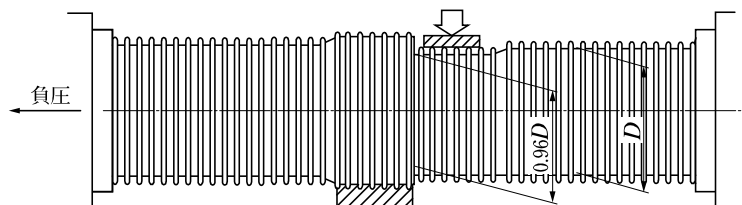


注 幅200mmの載荷板を受口端部より20mmの位置に設置する。

図6-5 偏平曲げ負圧試験

3) 偏心偏平負圧試験

図6-6に示すように、接合部差し口側上部に荷重を加え、片寄せ偏平量が管外径の4%になるまで偏心偏平させる。負圧は0.078MPaにし1分間放置する。



注 幅200mmの載荷板を受口端部より20mmの位置に設置する。

図6-6 偏心偏平負圧試験

(3) 試験条件

- 1) 供試体数 各試験項目、呼び径150～450ごとに各3個
- 2) 試験温度 23℃±2℃

(4) 試験の結果

各負圧試験の結果を表6-2に示す。

表6-2 負圧試験結果

試験項目	供試体数	異常の有無
偏 平	呼び径ごとに各3	いずれも異常なし
偏平曲げ	呼び径ごとに各3	いずれも異常なし
偏心偏平	呼び径ごとに各3	いずれも異常なし

注 呼び径400、450は今回新たに試験を実施したものである。

(5) 考 察

試験結果より、埋戻し土や活荷重による鉛直土圧によって接合部際に4%のたわみが発生し、また、万一地盤沈下で接合部に3°程度の曲げが作用しても、リブパイプの接合部は、地下水などの浸入水に対し十分安全であることが確認できた。

6.2.2 枝付き管、リブ本管自在継手及びリブ付小型マンホールの負圧試験

(1) 目的

枝付き管、リブ本管自在継手及びリブ付小型マンホールのゴム輪接合部は、地下水などの浸入に対して十分な水密性がなければならないが、この性能を確認するため、次の負圧試験及び偏平曲げ負圧試験を今回新たに実施した。

(2) 試験方法

1) 負圧試験

以下に示す供試体に負圧0.078MPaをかけ1分間放置する。

①90度枝付き管 (図6-7)

②90度自在枝付き管 (図6-8)

③リブ本管自在継手 (0°) (図6-9)

④リブ本管自在継手 (15°) (図6-10)

⑤リブ付小型マンホール ストレート(ST) (図6-11)

⑥フラット自在 ストレート(ST) (0°) (図6-12)

⑦フラット自在 ストレート(ST) (15°) (図6-13)

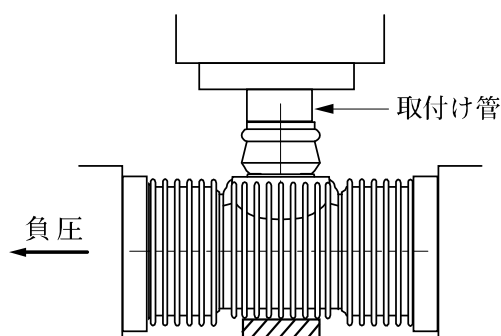


図6-7 90度枝付き管の負圧試験

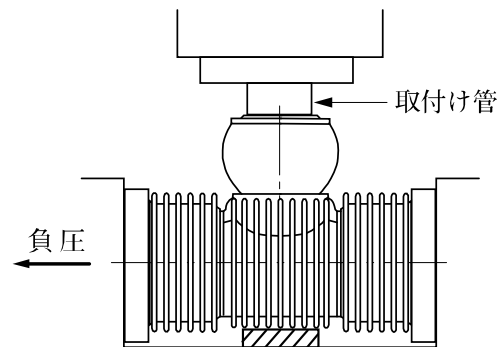


図6-8 90度自在枝付き管の負圧試験

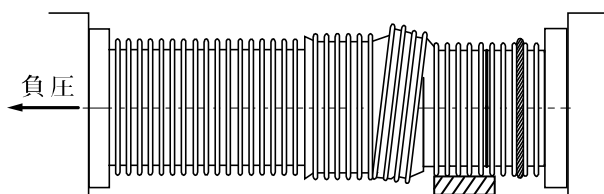


図6-9 リブ本管自在継手(0°)の負圧試験

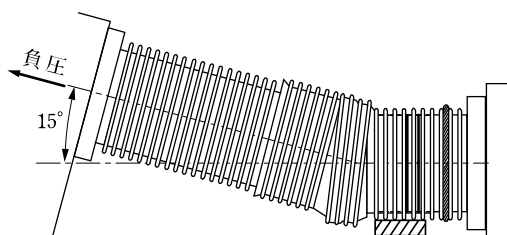


図6-10 リブ本管自在継手(15°)の負圧試験

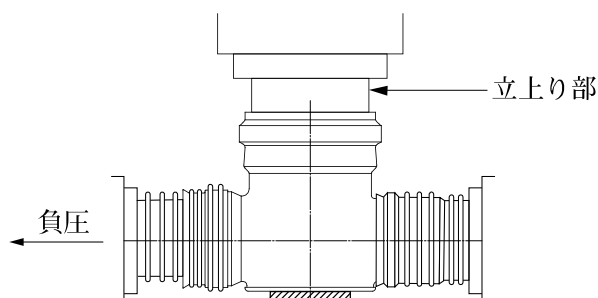


図6-11 リブ付小型マンホールSTの負圧試験

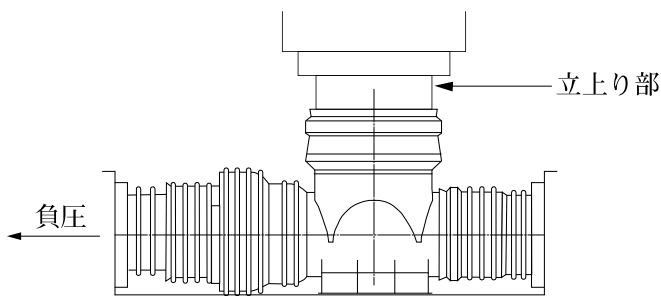


図6-12 フラット自在ST (0°) の負圧試験

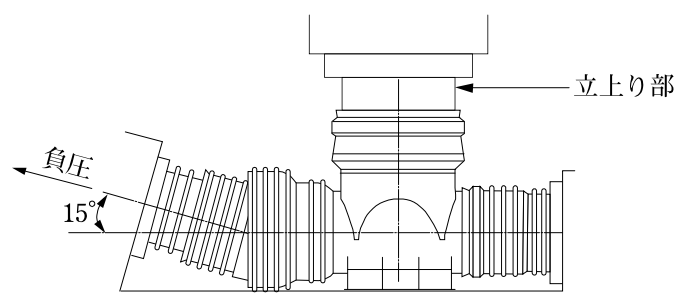


図6-13 フラット自在ST (15°) の負圧試験

2) 偏平曲げ負圧試験

図6-14に示すように、リブ本管自在継手との接合部差し口側上下に荷重を加え、偏平量が管外径の4%になるまで両寄せ偏平した後、3°の曲げを与え負圧は0.078MPaにし1分間放置する。

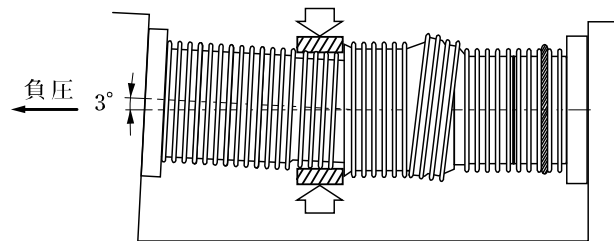


図6-14 偏平負圧試験

(3) 試験条件

- 1) 供試体数 各試験項目、呼び径150、200ごとに各3個
- 2) 試験温度 23°C±2°C

(4) 試験の結果

各負圧試験の結果を表6-3に示す。

表6-3 負圧試験結果

試験項目	供試体	供試体数	試験結果
負 圧	90度枝付き管	呼び径ごとに各3	異常なし
	90度自在枝付き管	呼び径ごとに各3	異常なし
	リブ本管自在継手 (0°、15°)	呼び径ごとに各3	異常なし
	リブ付小型マンホール ST	呼び径ごとに各3	異常なし
	フラット自在 ST (0°、15°)	呼び径ごとに各3	異常なし
偏平曲げ負圧	リブ本管自在継手	呼び径ごとに各3	異常なし

(5) 考 察

試験結果より、枝付き管、リブ本管自在継手及びリブ付小型マンホールともに負圧性能に問題ないことが確認できた。

6.3 外圧クリープ試験

(1) 目的

埋設したリブパイプが長期にわたって土圧を受ける場合の安全性を確認するため、外圧による管のクリープ強さを試験した。

(2) 試験方法

図6-15に示すような試験装置により、時間による全たわみ量（原形からたわんだ量）及びクリープたわみ量（荷重をかけた瞬間にたわんだ点をゼロとしてそれ以降にたわんだ量）（図6-16 参照）の変化を測定する。

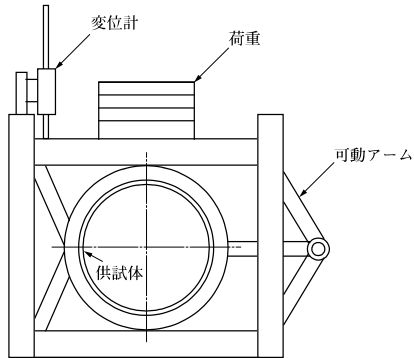


図6-15 外圧クリープ試験装置

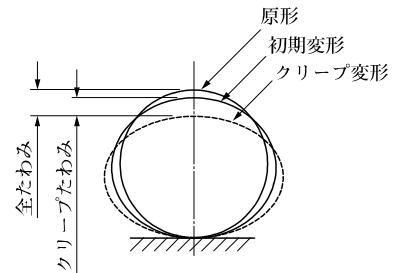


図6-16 クリープたわみ

(3) 試験条件

- 1) 供試体 リブパイプ 呼び径250
- 2) 試験温度 23°C±2°C
- 3) 初期たわみ率、試験荷重

表6-4 初期たわみ率、試験荷重

初期たわみ率 (%)	1.0	2.5	4.0	10.0	12.0	16.0
試験荷重 (kN/100mm)	0.33	0.77	1.14	2.30	2.51	2.79

(4) 試験の結果

クリープたわみ量及び全たわみ量と時間との関係を図6-17及び図6-18に示す。

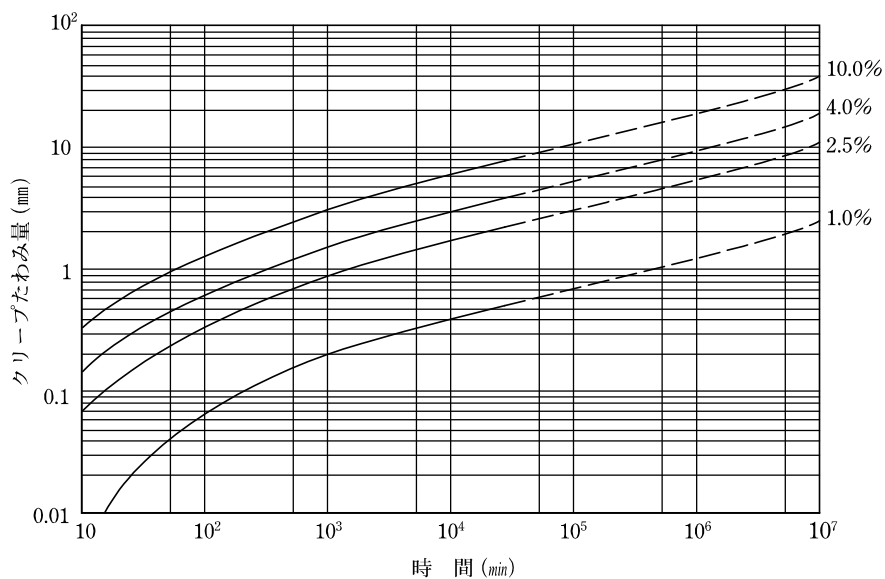


図6-17 クリープたわみ量と時間との関係

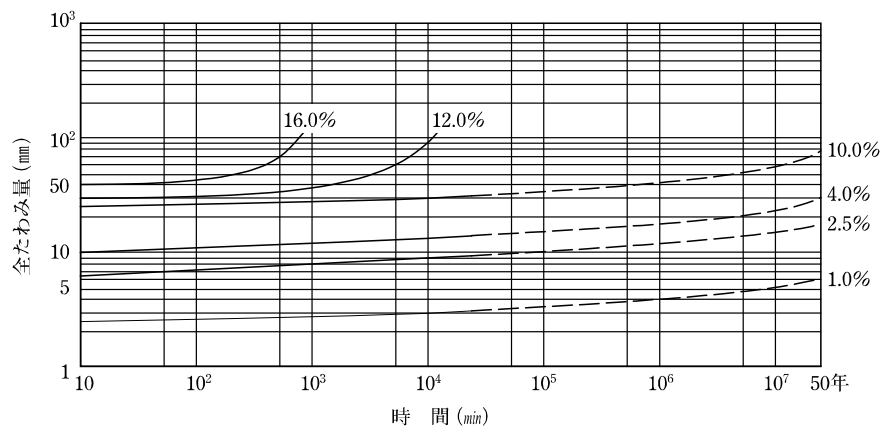


図6-18 全たわみ量と時間との関係

(5) 考察

図6-17より、クリープたわみ量と時間は、 10^3 分以後で対数グラフ上で比例関係にあることがわかる。また、図6-18より、全たわみ量が約50mmに達するとたわみが急激に増大し約100mmで破壊すると推定できる。

以上から初期たわみ25mm (10%) の場合、図6-18より50年後に破壊に至るものと考えられる。

これは管の許容たわみ率4%を大きく上回っている。このことから許容値以下で使用する実際の埋設状態では、十分長期にわたって安全であることが確認できた。

6.4 外圧疲労試験

(1) 目的

埋設したリブパイプが長期にわたって土圧及び活荷重を受ける場合の安全性を確認するため、外圧による管体の疲労強さを試験した。

(2) 試験方法

供試体に所定の変形量を与える荷重（平均荷重）を加え、さらに、一定周期の振幅荷重（繰り返し荷重）を与え破壊に至るまでの繰り返し回数を求める。

ここで、

平均荷重により発生する応力＝平均応力

繰り返し荷重により発生する応力＝繰り返し応力

とする。

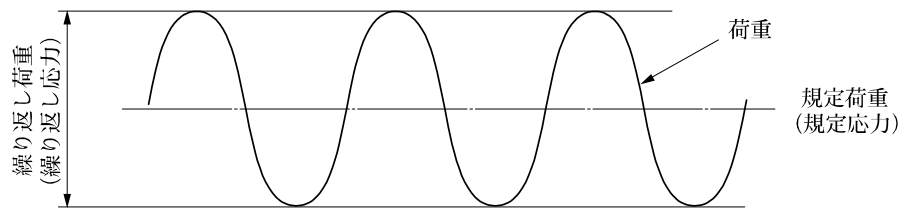


図6-19 平均荷重と繰り返し荷重

1) 材料疲労強さ

リブパイプのリブ部より、図6-20に示すダンベル状試験片を作成し、図6-21に示す疲労試験装置を用いて、平均荷重及び繰り返し荷重を与え、破壊に至るまでの繰り返し回数を求める。

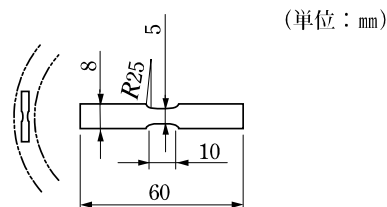


図6-20 ダンベル状試験片

2) 外圧疲労強さ

図6-22に示す外圧疲労試験装置を用いて、供試体に所定の初期変形を与える平均荷重及び繰り返し変形を与える繰り返し荷重を加え、供試体が破壊するまでの繰り返し回数を求める。

(3) 試験条件

1) 材料疲労強さ

- ① 試験装置 図6-21に示す油圧サーボ式疲労試験機
- ② 試験片 リブパイプ呼び径250より図6-20に示すダンベル状試験片を作成
- ③ 試験温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- ④ 試験速度 毎分120回
- ⑤ 試験種類 荷重制御式疲労試験

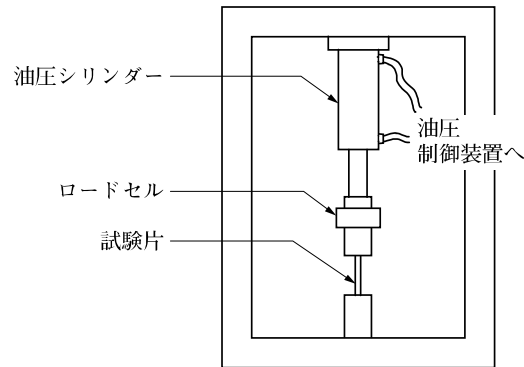


図6-21 疲労試験装置

2) 外圧疲労強さ

- ① 試験装置 図6-22に示す油圧サーボ式外圧疲労試験機
- ② 供試体 リブパイプ呼び径250 管長152mm
- ③ 試験温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- ④ 試験速度 毎分120回
- ⑤ 試験種類 荷重制御式疲労試験

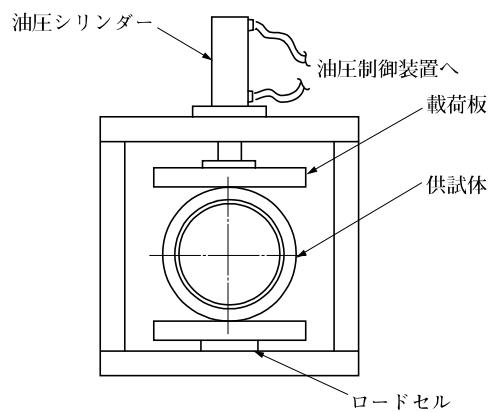


図6-22 外圧疲労試験装置

(4) 試験結果

1) 材料疲労強さ

ダンベルの破壊に至るまでの繰り返し回数と繰り返し応力の関係を図6-23に示す。繰り返し回数 10^6 及び 10^8 回での耐久限度線図を図6-24に示す。

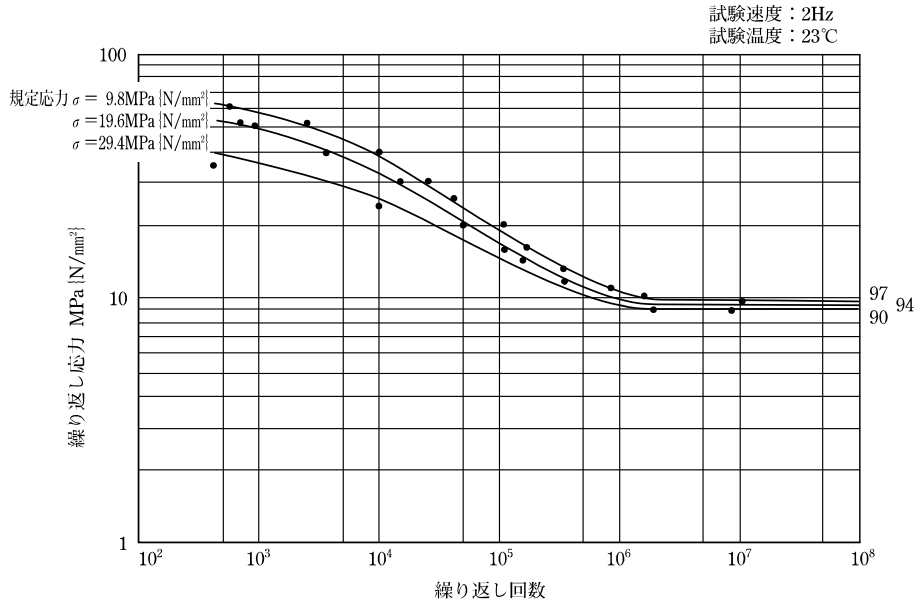


図6-23 ダンベル疲労強度

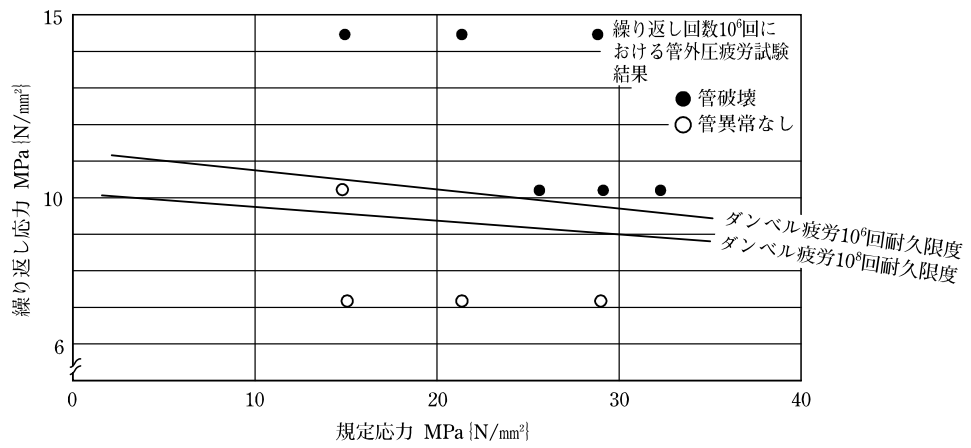


図6-24 耐久限度線図

2) 外圧疲労強さ

供試体の破壊に至るまでの繰り返し回数と繰り返し応力の関係を図6-24に示す。実際の埋設時に管に発生する応力と外圧疲労試験結果との関係を図6-25に示す。

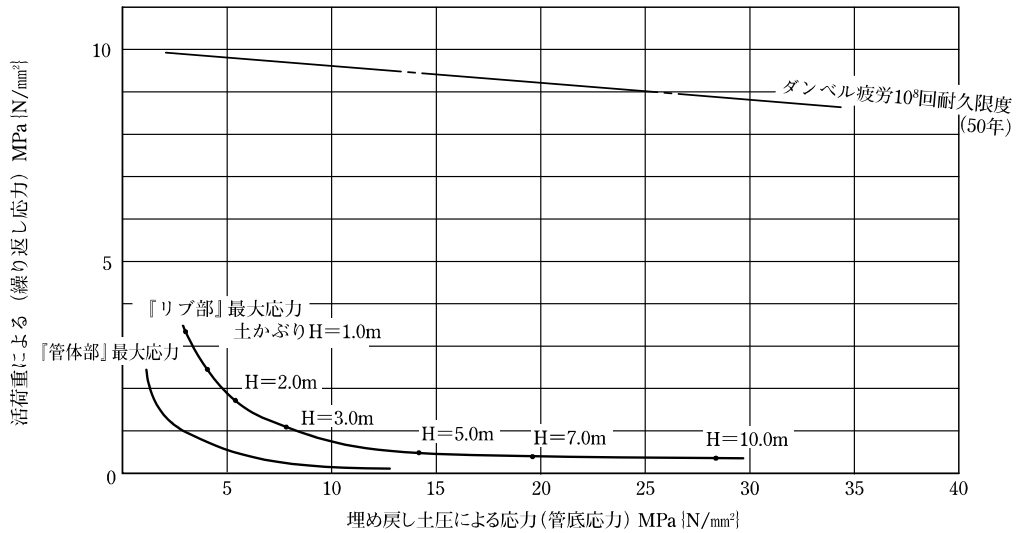


図6-25 埋設条件と疲労強さ

(5) 考 察

図6-24に示すように、ダンベル試験片の疲労試験から得られた耐久限度と管の外圧疲労試験の結果は、繰り返し回数 10^6 回でよく一致している。 10^6 回耐久限度以上の条件下では管は破壊し、耐久限度の近傍及び限度以下の条件では管は破壊していない。このことより、ダンベル疲労試験から得られた 10^8 回耐久限度は管について適用してもよいといえる。

管に動的な影響を及ぼすような重車両の走行は、幹線道路においても1日5,000台程度であり、50年間では、 $5,000 \times 365 \times 50 = 91,250,000$ で、約 10^8 回となる。図6-24に示した繰り返し 10^8 回耐久限度以下の条件であれば、50年経過後も管は破壊しないといえる。

実際の埋設条件下でリブパイプのリブ部及び管体部に発生する静応力（埋戻し土圧により発生する応力）、動応力（活荷物重により発生する応力）と耐久限度の関係は、図6-25のとおりとなる。実用埋設条件は、耐久限度よりはるかに低いレベルにある。従って、リブパイプの疲労強さは、十分安全性を保證でき、管が疲労により破壊することはない。

6.5 摩耗試験

(1) 目的

リブパイプの管厚が薄いので、摩耗に対する安全性を確認する。

(2) 摩耗量の測定

リブパイプを用いて摩耗試験を行った結果を以下に示す。

1) 試験方法

図6-26に示すような試験装置に川砂を混合した水を長時間流し、摩耗量を測定する。

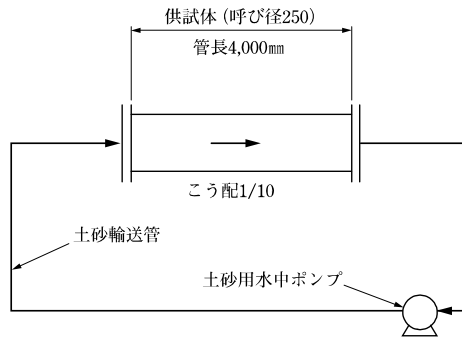


図6-26 摩耗試験装置

2) 試験条件

- ① 供 試 体 呼び径250 管長4,000mm
- ② 流 速 3.56m/s
- ③ 流 体 川砂 (0.8~4.8mm) 混合水 (6%)
- ④ 試験期間 74.5時間
- ⑤ 試験水温 22°C

3) 試験結果

試験結果を図6-27に示す。

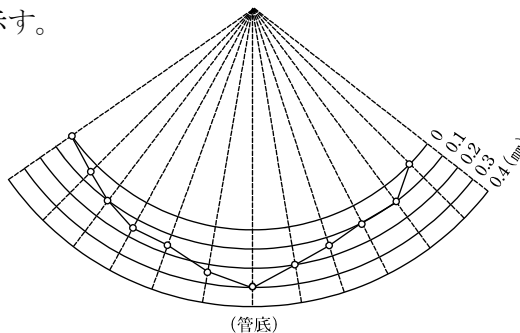


図6-27 摩耗試験結果

(3) 考 察

試験結果から最大摩耗量は、管底で0.3mmであった。

この結果より、砂粒輸送の実験結果から実用化されている草間の式(6-1)を用いて過去の降水量から50年後の摩耗量を推定すると、表6-5のようになる。

$$T_a = \alpha \cdot (V - 0.6)^2 \dots\dots\dots (6-1)$$

ここに、

T_a : 流速に対する単位時間当りの摩耗量 (mm/h)

V : 流速 (m/s)

α : 摩耗試験結果より得られる係数 ($=4.6 \times 10^{-4}$)

表6-5 過去の降水量による摩耗推定量

東京における一年平均		リブパイプ (呼び径 250)			
降雨強度 (mm/h)	降雨時間 (h/年)	流 量 (m ³ /s)	流 速 (m/s)	単位時間当たり 摩 耗 量 (mm/h)	摩 耗 量 (mm)
1.0 未満	1,253	0.00056	0.46	—	—
1.0～1.9	188	0.0017	0.64	0.7×10^{-6}	1.4×10^{-4}
2.0～2.9	83	0.0028	0.75	1.0×10^{-5}	8.6×10^{-4}
3.0～3.9	45.1	0.0039	0.82	2.2×10^{-5}	1.0×10^{-3}
4.0～4.9	22.2	0.0050	0.89	3.9×10^{-5}	8.6×10^{-4}
5.0～5.9	14.1	0.0061	0.94	5.3×10^{-5}	7.5×10^{-4}
6.0～7.9	17.2	0.0078	1.01	7.7×10^{-5}	1.3×10^{-3}
8.0～9.9	8.1	0.010	1.09	1.1×10^{-4}	8.9×10^{-4}
10.0～11.9	5.0	0.012	1.14	1.3×10^{-4}	6.7×10^{-4}
12.0～14.9	4.0	0.014	1.20	1.7×10^{-4}	6.6×10^{-4}
15.0～19.9	2.6	0.019	1.30	2.3×10^{-4}	5.9×10^{-4}
20.0～24.9	1.4	0.025	1.40	2.9×10^{-4}	4.1×10^{-4}
25.0～29.9	0.7	0.031	1.49	3.6×10^{-4}	2.6×10^{-4}
30.0～39.7	1.1	0.038	1.57	4.3×10^{-4}	4.8×10^{-4}
40.0 以上	0.5	0.056	1.71	5.7×10^{-4}	2.8×10^{-4}
計	1,646	—	—	—	9.2×10^{-3}
50年推定摩耗量					0.46mm

降 雨：東京都の観測結果（昭和30～45年）による

設計実流速：1.5～1.8m/s

排水面積：0.8ha

流出係数：0.5

管こう配：10‰

設計降雨強度：50mm/h

以上より、呼び径250では最小厚さが2.7mmであるので、このような通常の条件下では、リブパイプは摩耗に対して十分安全であることが確認できた。

6.6 衝撃試験

(1) 目的

リブパイプの低温下での耐衝撃性について砕石などを落下させるフィールド試験により確認する。

(2) 試験方法

1) 砕石落下試験

ランマーにより転圧した砕石地盤に供試体を設置し、くいで固定する。その供試体にバックホーのバケット (0.35m³) に投入した砕石を4mの高さから落下させ、その供試体の割れ、欠け等の有無を確認する (写6-1 参照)。

2) 土のう落下試験

ランマーにより転圧した砕石地盤に供試体を設置し、土のうで固定する。その供試体に土のう袋を2.5mの高さから落下させ、その供試体の割れ、欠け等の有無を確認する (写6-2 参照)。



写6-1 砕石落下試験



写6-2 土のう落下試験

(3) 試験条件

- 1) 供試体 呼び径200、300
- 2) 供試体温度 0℃
- 3) 外気温 -3℃~-2℃
- 4) 落下物 砕石C-40、土のう (砂) 袋重さ15kg

(4) 試験結果

表6-6 耐衝撃性試験結果

試験項目	呼び径	試験結果
砕石落下試験	200	割れ、欠け等の異常なし。
	300	
土のう落下試験	200	割れ、欠け等の異常なし。
	300	

(5) 考察

試験結果より、リブパイプは、落下物による衝撃に対して実用上、問題がないことが確認できた。

6.7 接合部圧縮試験

(1) 目的

地震時の受口部の突っ込みに対する安全性を確認する。圧縮試験機で60mm以上の変位を与えリブ受口の状況を観察する。

(2) 試験方法

圧縮試験機で地震動レベル2での最大伸縮量である60mm、さらにその2倍の120mm以上の変位を与え、リブパイプ受口部の状況を観察する。

(3) 試験条件

- 1) 試験機 圧縮試験機 (最大能力250kN)
- 2) 供試体 呼び径200
- 3) 試験速度 毎分20mm

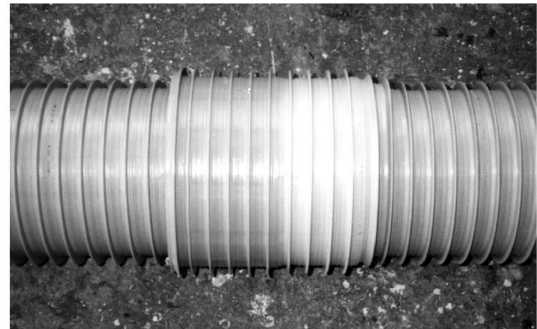
(4) 試験結果

表6-7 圧縮試験結果

最大突っ込み量 (mm)	最大荷重値 (kN)	試験結果
123	37.0	受口部の白化は見られるが割れ等の損傷はない。



写6-3 供試体断面状況



写6-4 供試体継手外面状況

(5) 考察

地震動レベル2での最大伸縮量の約2倍である120mm以上の突っ込みに対しても白化・変形は見られるが、レベル2の流下機能は確保されているものと考えられる。

7. リブパイプの施工標準

7.1 運搬及び保管

7.1.1 運搬

(1) 管は丁寧に扱う。

リブパイプは、軽量で取扱いは簡単であるが、積み込み、積み降し及び管路への搬入に際しては、放り投げるようなことをしてはならない。また、小運搬のときは、両端を持って運ぶようにし、管を滑らせたり引きずったりしてはならない。特に、冬期は十分な注意が必要である。

(2) 管の損傷を防ぐ。

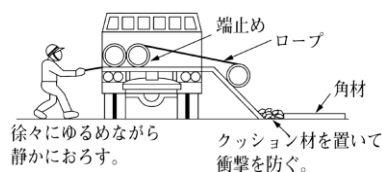
リブパイプのトラック運搬は、原則として長尺荷台のトラックを用い、受口と差し口を交互に千鳥積みにしてロープ等で適切に固定する。

なお、管端の破損及びきずつき等を防ぐために、管と荷台の接触部、ロープでの固定部及び管端部にはクッション材を挟む。

(3) 積み込み・積み降し

リブパイプの積み込み、積み降しにはロープによる方法やクレーン車などによる方法があるが、いずれの場合も大きな衝撃を与えないよう留意して行う。呼び径 350 以上は、クレーン車など機械を用いて行う（図 7-1 参照）。

●ロープによる方法



●クレーン車による方法（呼び径 350 以上）

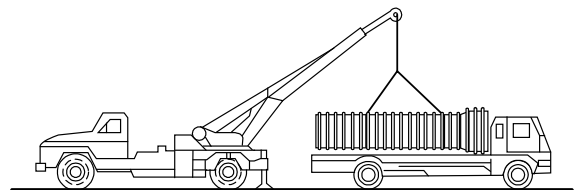


図 7-1 積み込み・積み降し方法

注 下水道用設計積算要領「人力施工、機械施工の区分は施工体制や現場条件などにより異なるが、管材 1 本当りの質量が概ね 50kg を境にしている」を参考にしてている。

7.1.2 保管

(1) ゴム輪差し口はこん(梱)包する。

受入れ検査などを除き、こん包は解かない。こん包を解いた場合は、ゴム輪の劣化やごみ及びほこりの堆積を防ぐため、差し口は再こん包する。

(2) 管の曲り、変形を防止する。

リブパイプの保管は、原則として屋内とする。

やむを得ず屋外に保管するときは、簡単な屋根を設けるか、又は不透明シートで覆い直射日光を避け、熱気がこもらないように風通しのよい状態に保つ。

千鳥積みを標準とし、高さは1.5mまでとし、端止め又はロープ掛けを施す。
 端止めは、平たんな所を選び10cm角以上の枕木を約1 m間隔で置き、管を静置した後、
 端止め材で移動防止を行う（図7-2 参照）。
 なお、長期にわたって保管する場合、ゴム輪は、差し口から外し屋内の冷暗所に保管する。

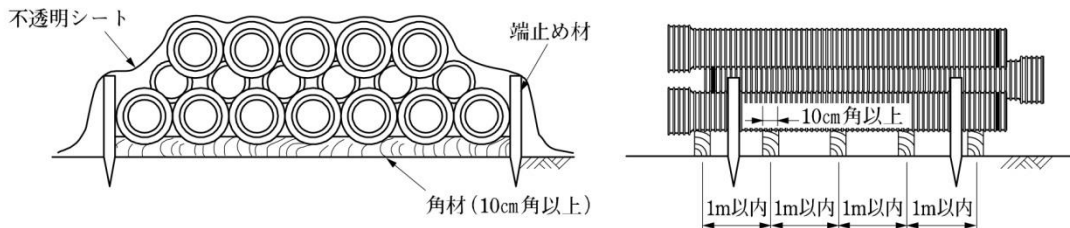


図7-2 管の保管方法

表7-1 積み上げ段数

呼び径	段数
150～300	5以下
350～450	4以下

(3) 硬質塩化ビニル管専用滑剤などは、冷暗所に保管する。

硬質塩化ビニル管専用滑剤及び樹脂系接合剤は、必ず蓋を閉じて、冷暗所に保管する。

なお、樹脂系接合剤及び硬質塩化ビニル管専用滑剤は、消防法の危険物にも該当する引火しやすいものもあるため、運搬、保管及び使用に際しては、火気に十分注意する。

7.2 基本作業

7.2.1 工具類

リップパイプの配管作業に必要な工具類は、表7-2のとおりである。

表7-2 工具類（参考）

作業名	工具類
切断	ジグソー又はのこぎり、ハンドグラインダー、スケール、油性ペン、ウエス、100V電源リード線など
管の接合 小型マンホールの接合	硬質塩化ビニル管専用滑剤、刷毛、ウエス、スケール、油性ペン、挿入機（荷締め機、ヒッパラー等）及びワイヤーロープ、てこ棒及びあて木（挿入機を使用しない場合）
直管の心出しと固定	L型定規、下げ振り、水準器、杭、水糸、焼なまし番線（#10程度）
せん孔	ドリル、ホルソー、ヤスリ、スケール、型紙、油性ペン、100V電源リード線
支管接合	樹脂系接合剤、ウエス、焼なまし番線（#10程度）、シノ
マンホール接合	普通モルタル又は急結モルタル、樹脂系接合剤、焼なまし番線（#10程度）、シノ、あて木

7.2.2 切断

(1) 必要長さの確保

マンホール際などで長さ調整のため管を切断する場合は、必要長さの寸法出しを正確に行う（図8-3 参照）。

(2) 切断位置の確認

必要長さの寸法が切断溝に一致しない場合は、図7-4のように管の長さが長くなる方の切断溝を切断位置とする。

注 管きよ（渠）が長くなった場合、マンホール内のマンホール継手端面で調整する。

(3) 切断

切断溝に沿って、正確にジグソー又はのこぎりで切断面の食い違いを生じないように注意して切断する。

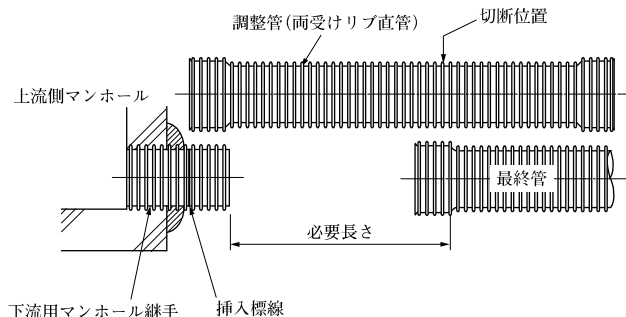


図7-3 調整必要長さの決め方

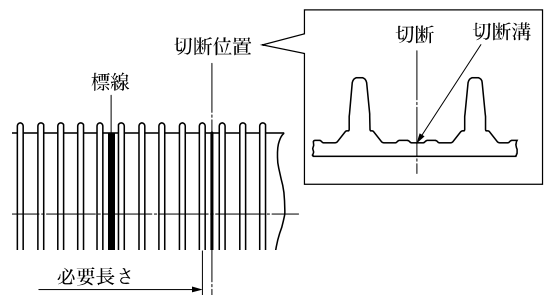


図7-4 切断位置と標線

注 食い違いを生じると、次の(4)の切断面の仕上げが大変であるし、寸法も短くなる。

(4) 切断面の仕上げ

切断面に生じたばりや食い違いを平らにし、糸面取りして仕上げる。

7.2.3 管の接合（ゴム輪接合）

(1) 接合部の清掃

受口内面（受口奥部まで）及び差し口外面（ゴム輪から管端まで）をウエスで拭き、砂や泥などをとる。

(2) ゴム輪の確認

ゴム輪が正確に挿入管の端面から第2番目と第3番目のリブの間に納まっているか確認する。もし、ゴム輪がねじれていたり、はみ出している場合は、ゴム輪を外し、溝及びゴム輪を拭いてから図7-5の要領で再装着する。

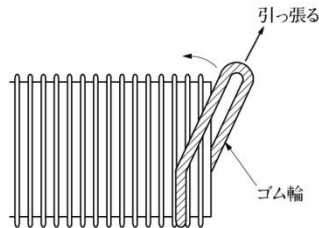


図7-5 ゴム輪の装着方法

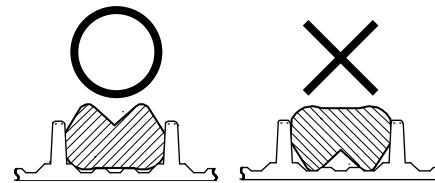


図7-6 ゴム輪の方向確認

注1. ゴム輪接合の機能から、受口、ゴム輪、差し口の上に土砂、ごみ等の異物があつたり外傷があつたりすると、水密性が低下するので注意する。

2. ゴム輪は、仕様により図7-6に示すとおり方向性などの規制があるので装着時に確認する。

3. ゴム輪を装着する場合は、ゴム輪を引張って装着するが、その際、リブとゴム輪の間に指をはさむ危険性があるため、十分注意が必要である。

(3) 標線の確認

標線記入位置は、呼び径150の場合、管端より第6番目と第7番目のリブの間、呼び径200以上の場合は、管端より第5番目と第6番目のリブの間であることを確認する。

(4) 挿入機の取付け

差し込みに挿入機を使用する場合は、あらかじめ差し口側及び受口側に図7-7のようにワイヤーロープを巻きつけておき、差し込み作業の下準備をしておく。

(5) 滑剤の塗布

ゴム輪接合用滑剤をゴム輪外面及び受口内面に均一に刷毛で塗布する（表7-3 参照）。

表7-3 ゴム輪接合1箇所当りの滑剤使用量（参考）

呼び径	150	200	250	300	350	400	450
使用量 (g)	20	25	35	50	65	90	115

注1. 滑剤は、硬質塩化ビニル管専用滑剤を使用する。

2. グリス、油などは、ゴム輪を劣化させるので使用してはならない。

3. 可塑剤を含む滑剤は、塩化ビニル樹脂に悪影響を与え、管の破損の原因となるので使用してはならない。

(6) 管の挿入

基礎上に接合する管を静かに設置する。管軸を合わせ、挿入機（図7-7 参照）を用いて差し口を標線を目安に奥まで差し込む。ただし、呼び径300以下は、てこ棒（図7-8 参照）を用いてもよい。また、図7-7のように基礎上に塩ビ板やベニヤ板などの薄い板を置き、その上に管を置いて接合してもよいが、その場合、接合終了後、必ず板を取り去る。

表7-4 挿入機的能力と必要台数

呼び径	能力 (トン)	台数 (台)
150~450	0.5	1

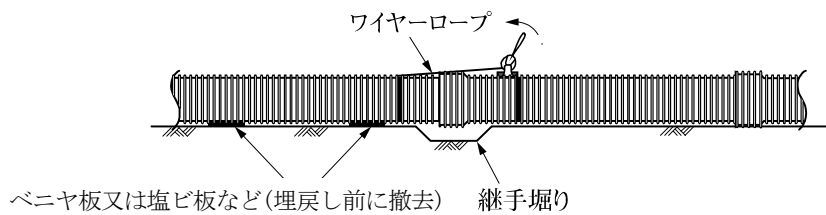


図7-7 挿入機による差し込み

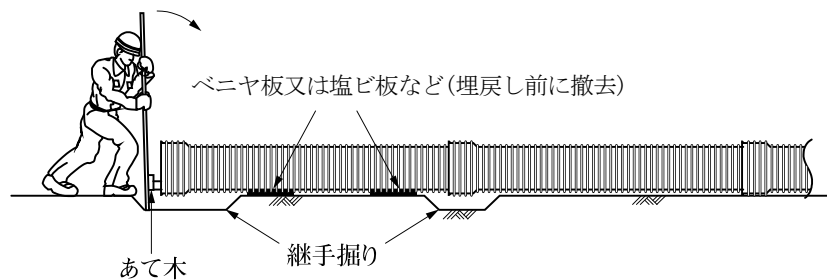


図7-8 てこ棒による差し込み

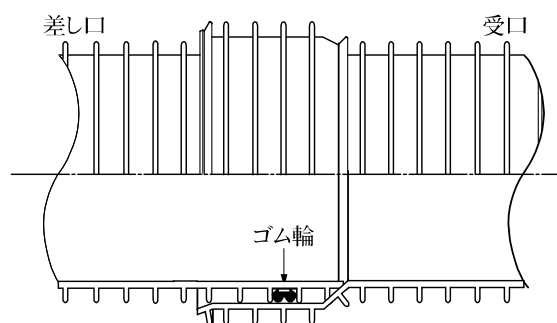


図7-9 ゴム輪接合例

1. 管軸があっていない場合は、挿入が困難となるので正確に合わせる。
2. 挿入する時、たたき込み等、衝撃的な力を加えると破損の原因になるため、行ってはならない。
3. 本管を挿入する（動かす）時は、本管と基礎部の抵抗が大きくなるため、基礎上にベニヤ板や塩ビ板などの薄い板を敷くか、あるいは本管を持ち上げて挿入する。
4. ベニヤ板、塩ビ板などの薄い板は局部変形の原因になるので、挿入後、必ず撤去する。
5. ゴム輪付近を持って挿入すると、受口とリップの間に指がはさまる危険があるので注意する。

7.2.4 管のせん孔

(1) せん孔標線を記入する。

支管を仮置きし、せん孔位置を決め、その中心（切断溝上）に油性ペン等でドリル中心点を記入する。

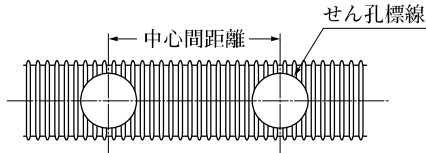


図7-10 支管取付孔の中心間距離

注 中心間距離がこれ以下になる時は、コンクリート巻き立てにより防護する。

表7-5 支管取付け孔の中心間距離

取付け管の呼び径	孔の中心間距離
150 以下	本管軸方向に 70 cm 以上
200	本管軸方向に 90 cm 以上

(2) せん孔は正確に行う。

ドリルにてセンター孔をあけた後、図7-11に示すホルソーでせん孔する。

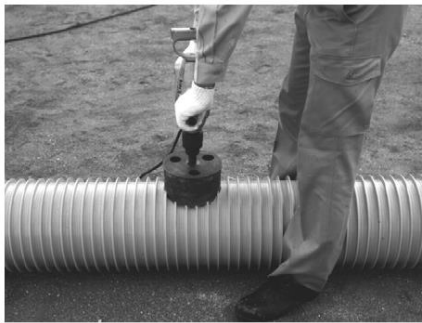
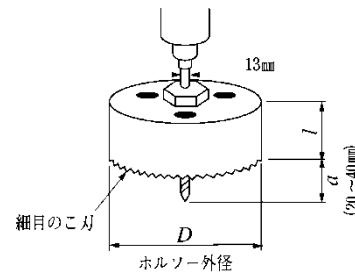


写真7-1 ホルソーによるせん孔



(単位：mm)

取付け管呼び径	D	l (最小値)
100	116~121	42
125	142~147	55
150	167~172	65
200	218~223	84

図7-11 ホルソー

注1. せん孔には、必ず専用ホルソーを使用し、ジグソー、ハンドグラインダーを使用してはならない。

2. センター孔がずれると、支管が取り付けられなくなるので注意する。

3. ホルソーを強く押しつけると、刃がリブに接触する際、くい込み、リブ欠け等が生じることがあるので、注意してせん孔する。

4. ドリルは、回転数450~750rpmの両取っ手型を使用する。

5. a は、リブパイプのリブ高さ以上のものを使用する。

6. せん孔時、ドリル刃の先端は必ず、小リブの間を狙って管に垂直に孔を開ける。

7. ホルソーのノコ刃が貫通する瞬間には、大きなトルクが働くので注意が必要である。

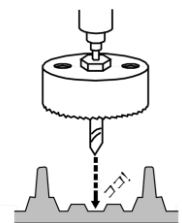


図7-12 センター

(3) せん孔部を仕上げる。

せん孔面のばりや切欠き等は、やすり等で仕上げる。

(4) 再掘削した管のせん孔

リブパイプの既設管や、いったん仮埋設したリブパイプを再掘削したときは、管の破損を防止するために、せん孔部を中心に左右各1mの区間の土砂を取り除いてからせん孔する。

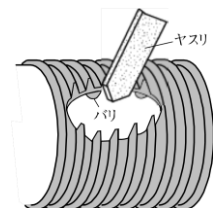


図7-13 ばり取り

7.2.5 支管の接合

支管の接合には、水密性を確保するために、樹脂系接合剤（二液型）を用いる。また、樹脂系接合剤は手練りタイプを標準とする。以下、接合手順を示す。

なお、初めて支管接合の作業を行う場合は必ずメーカーの施工指導を受ける。

(1) 接合標線の記入

支管をせん孔部に仮置きし、取付け状態を確認した後、支管のくりに沿って油性ペン等で接合面の範囲を本管に記入する。

(2) 接合部の清掃

支管のく内側及び本管標線内を乾いたウエスできれいに拭く。特に、油、水分は注意して拭きとる。

注 接合面に汚れ、水分が残ると接合強度が低下する。

(3) 接合剤の混練及び塗布

接合剤の混練及び塗布は、以下の要領で接合剤の混練及び支管へ塗布する。

- 注1. 硬質塩化ビニル管用の一液型接合剤は使用しない。
- 2. 接合剤は、規定の量を使用する（表7-6 参照）。
- 3. 2液の量比率が規定外であったり、混練不足があると硬化せず強度がでない。
- 4. 接合する面で混練しない。
- 5. 体質によりかぶれることがあるので必ず手袋を着用する。

①接合剤の混練

主剤と硬化剤を等量手に取り、色むらがなくなるまでよく混ぜる。



図7-14 接合剤の混練

②接合剤の塗布

混練した接合剤を支管接合面外周部及び突出し部に、親指ぐらいの太さで帯状に切れ目なく盛り付ける。この時、接合面凹部にも接合剤が十分にいきわたるよう注意する。

表7-6 接合剤の使用量（参考）

取付け管呼び径 本管呼び径	100～200
150、200	標準500～700g/箇所
250、300	標準700～900g/箇所
350～450	標準900～1200g/箇所

注 使用量は、混練後の重量を示す。

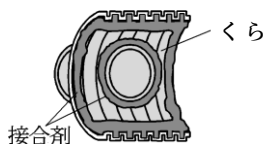


図7-15 接合剤の塗布

注 支管外縁部に多く塗布し、すき（隙）間を埋込むようにする。

(4) 支管の接合

混練後は、発熱し硬化が始まるので、素早く体重をかけて押え込みながら接合する。接合してからあらかじめ用意した焼なまし番線（#10程度）で、**図7-17**のように支管を本管に十分に締め付け圧着する。

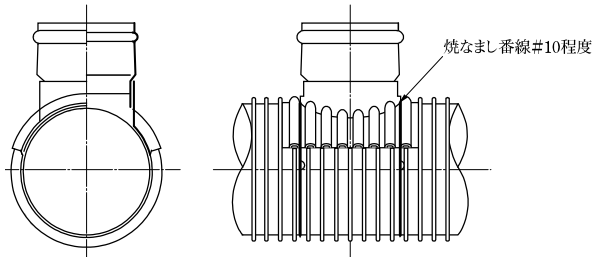
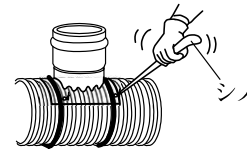


図7-16 支管の接合



接合をより確実なものにするために、くらの分岐部に近い場所に巻き付け、シノで締め付ける。

図7-17 焼なまし番線による締め付け

- 注1. 接合剤の粘着性がなくなれば、接合強度が得られない。
2. 押え込みが不足すると、接合強度が得られない。
3. 焼なまし番線は、分岐部に近い場所を締め付ける。
4. 自在支管を接合する場合は、汚物だまりが生じないように曲げ角度に注意して取付ける。

(5) 仕上げ

支管から外縁部及び本管せん孔部と支管突出し部のすき間に接合剤を充填し、仕上げる（**図7-18** 参照）。

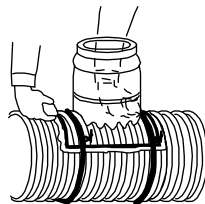


図7-18 接合剤による仕上げ

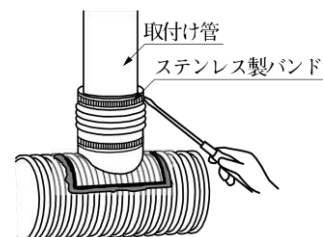
(6) 養生

接合剤がある程度硬化するまでは、静置し外力をかけない。

なお、養生時間は、標準30分以上とするが詳細は各メーカーの取り扱い説明書を参照する。

ゴム可とう支管に取付け管をセットする場合

ゴム可とう支管を使用する場合は、ステンレス製バンドによる取付けが必要になる。取付け管をセットした後、ステンレス製バンドを締め付ける〔締め付けトルクは245～294N・cm（25～30kgf・cm）〕。



7.2.6 枝付き管の接合

(1) 調整管の切断

取付け管設置位置の1本手前まで本管の施工が完了した時点で、残りの延長距離を測り、(枝付き管の有効長) / 2を差し引いて調整管の長さを決めて切断する(図7-19 参照)。

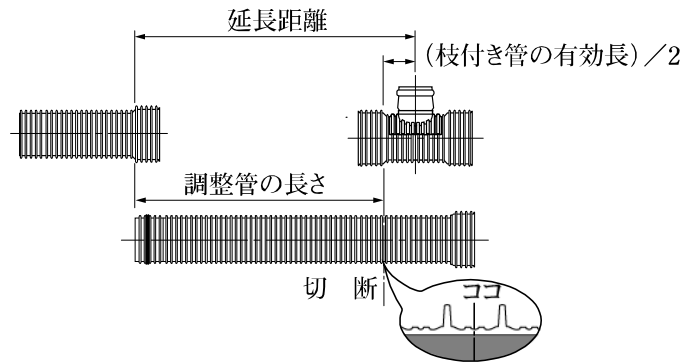


図7-19 調整管の切断

注 切断後の受口側は、枝付き管の前方に使用する。

(2) 接合前の準備

- 7.2.3 管の接合の手順に従いゴム輪をセットし、挿入線を記入する。
- 枝付き管受口側のみ管端から第4番目と第5番目のリブの間に補助リングをセットする(図7-20 参照)。また、呼び径150の場合は、管端から第5番目と第6番目のリブの間に補助リングをセットする。

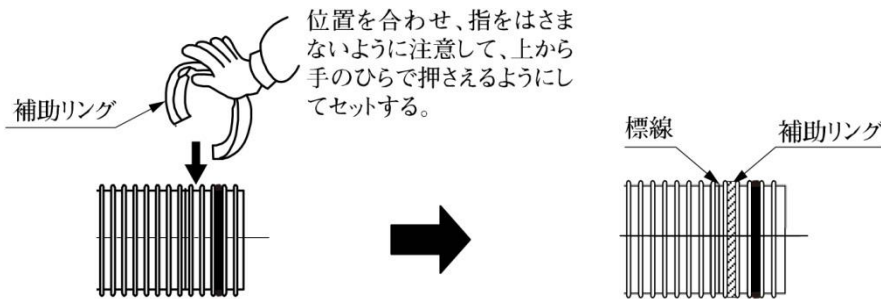


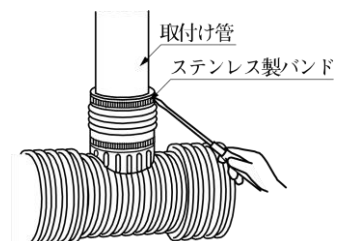
図7-20 補助リングのセット

(3) 接合

7.2.3 管の接合と同様に、接合部の清掃、滑剤の塗布を行った後、てこ棒により接合する。

ゴム可とう枝付き管に取付け管をセットする場合

ゴム可とう枝付き管を使用する場合は、ステンレス製バンドによる取付けが必要になる。取付け管をセットした後、ステンレス製バンドを締め付ける[締め付けトルクは245~294N・cm(25~30kgf・cm)]。



7.2.7 リブ付小型マンホールの接合

接合前にワイヤーロープ、挿入機をセットし、滑剤を受口内面及び差し口ゴム輪表面に塗布して、接合する（図7-21 参照）。

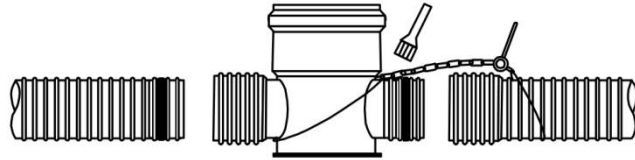


図7-21 リブ付小型マンホールの接合

- 注1. リブ付小型マンホールは、インバート部と立上り部のゴム輪接続部で、立上り部の角度調整が5°の範囲で行えます。
2. ゴム輪が第2番目と第3番目のリブの間にあることを確認する。

管路に落差の生じる箇所では、落差の大きさに応じ、起点形ドロップとリブくら型マンホール継手を組み合わせて設置する（図7-22 参照）。

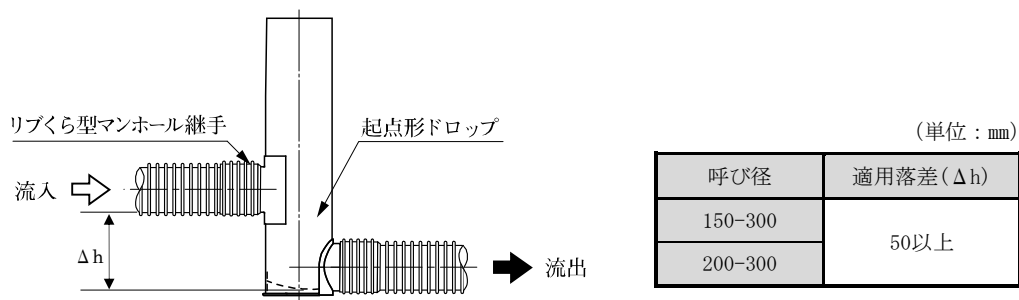


図7-22 起点形ドロップの接合

7.2.8 リブ付小型マンホールの組み立て・立上り部接合

立上り部の切断長さ(L)を算出して切断する。次に立上り部受口長さに合わせて挿入標線を記入し、滑剤を塗布後、挿入機などで接合する。

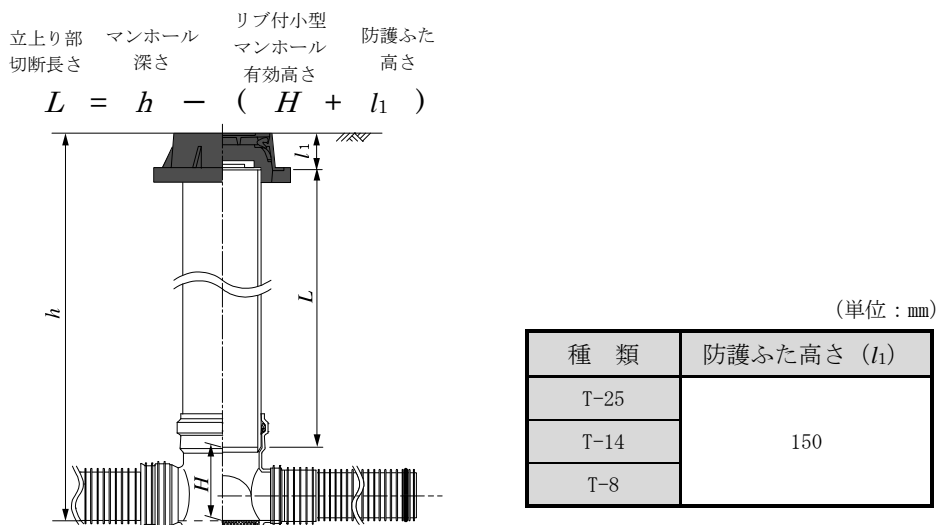


図7-23 リブ付小型マンホールの設置

7.2.9 リブ本管自在継手の接合

リブ本管自在継手は 0° ～ 15° までの角度調整が可能である。

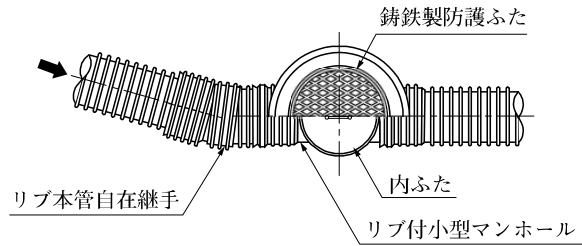


図7-24 リブ本管自在継手

(1) 角度決定

リブ本管自在継手の差し口側ゴム輪をはずして、リブ付小型マンホールにセット・仮置きして角度を決定し、回転部分と管頂に各々合マークを記入する (図7-25 参照)。

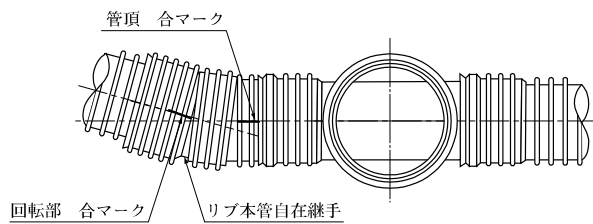


図7-25 リブ本管自在継手の角度決定

(2) 接合準備

リブ本管自在継手の角度調整目盛を 0° の位置に戻し、接合する受口と差し口を清掃する。

(3) 接合

ゴム輪を管端から2番目と3番目のリブの間に装着し、滑剤をゴム輪と受口に塗布して、まっすぐ接合した後、合マークにより所定の角度に合わせる。

注 リブ本管自在継手に無理な力が加わると漏水や破損の恐れがあるので、管底に隙間が生じないように、周囲を十分に締め固める。

7.2.10 自在受口形リブ付小型マンホール（フラット自在）の接合

自在受口形リブ付小型マンホール（以下、「フラット自在」という。）は、管底部に汚水だまりがほとんど発生せず、勾配方向 $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ （ $0\% \sim 268\%$ ）、水平方向では $\pm 7.5^{\circ}$ までの角度調整が可能となる。

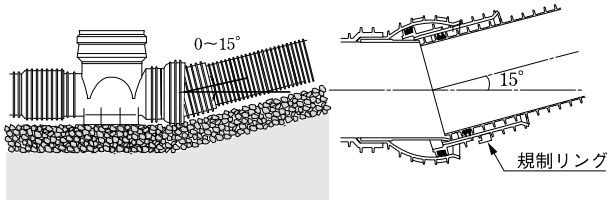


図7-26 勾配方向で 15° までの角度調整が可能

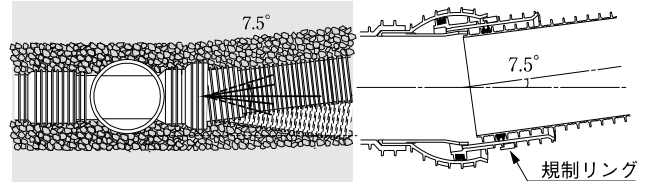


図7-27 水平方向で $\pm 7.5^{\circ}$ までの角度調整が可能

(1) 設置及び角度決定

フラット自在を設置後、自在受口部をあらかじめ所定の曲げ角度に調整する。

注1. 可動部に指を挟まないよう、十分注意する。

2. 自在受口部を直接打撃すると、破損の原因となる。

3. 自在受口部が可動しづらい場合は、当て木をした上でハンマー等で軽く叩く。

4. 水平 7.5° の目安は、受口に装着してある規制リング部が本体に接触して止まる位置とする。（規制リングは外さない。）

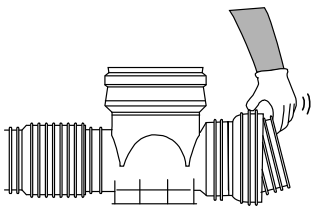


図7-28 角度調整

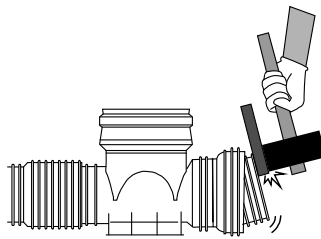


図7-29 自在受口部が可動しづらい場合の対応

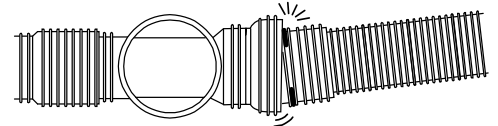


図7-30 水平方向 7.5° の目安

(2) 接 合

挿入管の所定の位置にゴム輪を装着し、ゴム輪と自在受口部を清掃、滑剤を塗布した後、管軸を合わせ、テコ棒にて奥までリブパイプを挿入する。（挿入機での挿入も可能）

必ずリブパイプが奥まで挿入されていることを、立上り受口部より手を入れ、管底部を触って確認する。

注1. 挿入時、ゴム輪付近及び差し口先端部に手を当てると指が挟まれる恐れがあるため十分注意する。

2. 自在受口部にて角度調整を行った場合、挿入管の挿入長さが変化するので、必ず挿入管が受口奥部まで挿入されていることを確認する。



図7-31 リブパイプの挿入

7.2.11 硬質塩化ビニル製小型マンホールとの接合

注1. 硬質塩化ビニル製小型マンホールとは、JSWAS K-9（下水道用硬質塩化ビニル製小型マンホール）に規定された製品をいう。

2. 硬質塩化ビニル製小型マンホールとの接続には、変換継手を使用する。

(1) 調整管の切断

必要長さを正確に測定し、VU-RR受ローリブ差し口変換継手のL寸法を差し引いて調整管を切断する（図7-32 参照）。

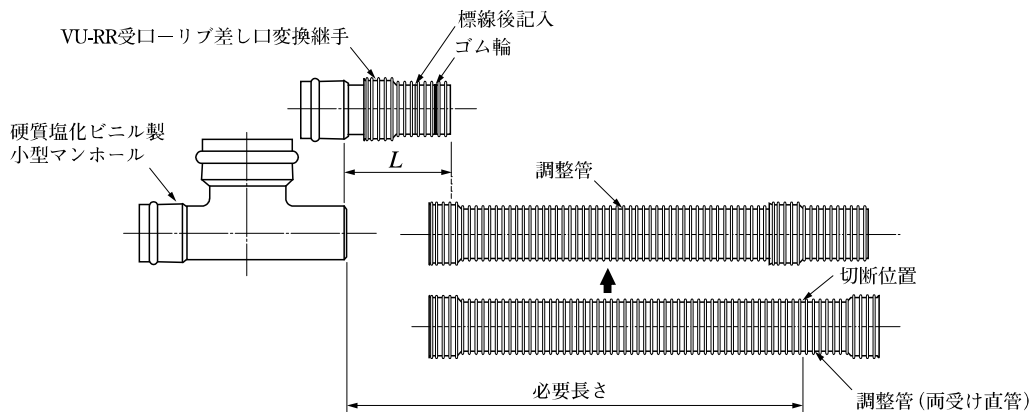


図7-32 必要長さの確保

(2) 調整管及びVU-RR受ローリブ差し口変換継手の接合

7.2.3 管の接合同様に接合する。

(3) 硬質塩化ビニル製小型マンホールの接合

JSWAS K-9（下水道用硬質塩化ビニル製小型マンホール）に従って接続する。

(4) リブ受ローVU差し口変換継手の接合

7.2.3 管の接合同様に、接合部の清掃、滑剤の塗布を行なった後、てこ棒などによりリブ受ローVU差し口変換継手を接合する（図7-33 参照）。

注 リブ受ローVU差し口変換継手及びVU差しローリブ差し口変換継手を使用する場合は、差し口部端部を面取りする。

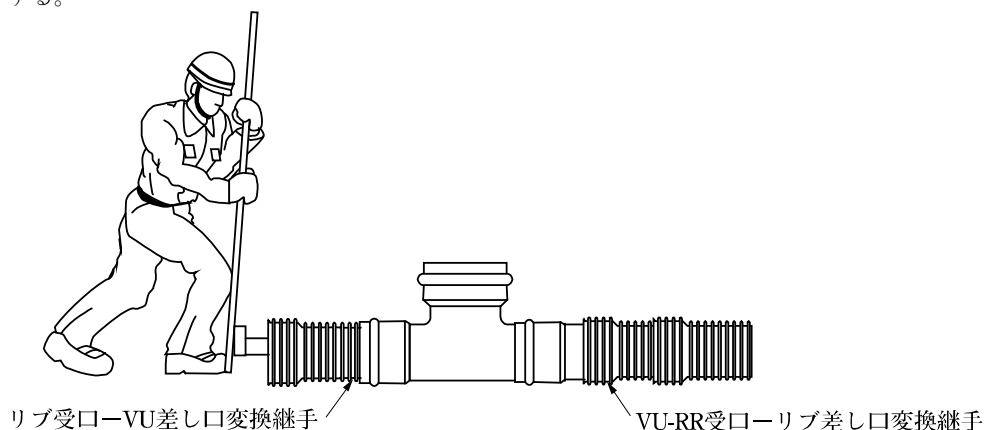


図7-33 変換継手の接合

注 碎石で埋戻す場合は、本管 VU 露出部を碎石基礎用防護シートで巻いて埋戻しを行う。

7.2.12 コンクリート製マンホールとの接合

(1) マンホール継手を使用する場合

1) せん孔径の確認

マンホール継手を取付けるコンクリート製マンホールのせん孔径を確認する。

なお、表7-7 にせん孔径（参考寸法）を示す。

表7-7 せん孔径（参考寸法）

（単位：mm）

呼び径	150	200	250	300	350	400	450	備考
せん孔径	262	314	366	420	474	530	586	VU管より1サイズ大きい径

2) 位置決め

マンホール継手をコンクリート製マンホール内面に合わせ、こう配、寸法出しをしてからすき間に木片などを詰めて仮置きする。

注 木片などは樹脂系接合剤又はモルタルを充てん（填）する際に必ず撤去する。

3) 仕上げ

マンホール継手の先端は、コンクリート製マンホール内面の円弧に合わせてハンドグラインダーで仕上げた後、マンホール継手と壁面のすき間を樹脂系接合剤又はモルタルで充てんする。ただし、接合剤がリブの間にも十分いきわたるよう入念に行う。その後、面仕上げを行う（図7-34 参照）。

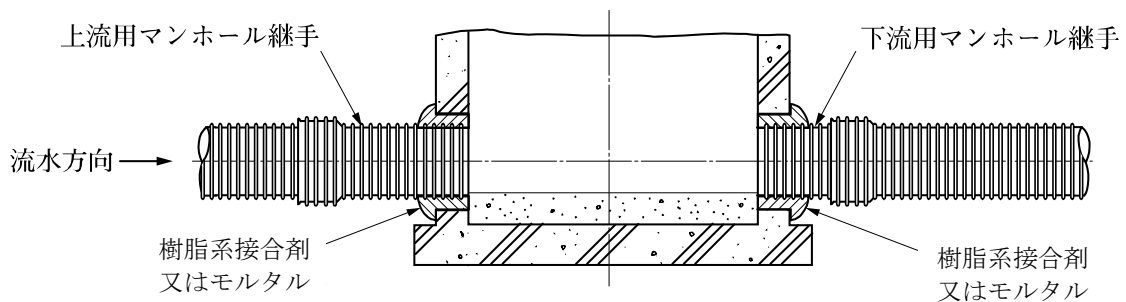


図7-34 コンクリート製マンホールとの接合図

(2) くら型マンホール継手を使用する場合

1) せん孔径の確認

くら型マンホール継手を取付けるコンクリート製マンホールのせん孔径を確認する。

なお、表7-7 にせん孔径（参考寸法）を示す。

2) 位置決め

本管こう配を調整後、くら型マンホール継手を仮置きし、コンクリート製マンホールに標線を記入する。

注 コンクリート製マンホールの外壁は土・泥などを清掃する。

3) くら型マンホール継手の取付け

樹脂系接合剤又はモルタルを図7-35及び図7-36に示すように、くら部の内面外周部に帯状に切れ目なく盛り付け、焼なまし番線などで固定する。

注1. 本管との接合は、接合剤が完全硬化するまで行わない。

2. 接合剤の標準使用量は、表7-8による。

3. くら型マンホール継手との接合後は、必ず焼なまし番線の増締めを行った後、リブパイプとの接合を行う。

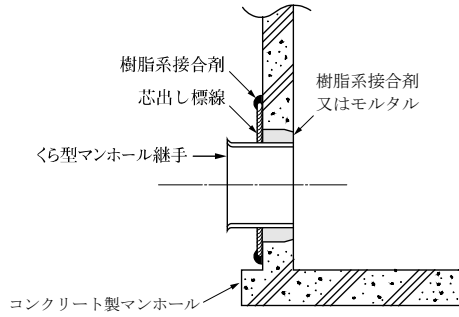


図7-35 くら型マンホール継手の設置



図7-36 接合剤の塗布

表7-8 接合剤使用量 (参考数値)

(単位: g)

呼び径	150	200	250	300	350	400	450
くら部	1850	2250	2700	3100	3500	4200	4800
せん孔部 (接合剤で充填する場合)	2870	3090	2850	2870	3170	2630	2420

4) 仕上げ

くら型マンホール継手とコンクリート製マンホールとのすき間は、樹脂系接合剤又はモルタルにて埋戻し前に必ず仕上げる。

5) その他

- ①本管ゴム輪は、くら型マンホール継手の中央部となる位置に装着する。
- ②下流側の調整管は、コンクリート製マンホール内へ仮挿入してから最後の定尺管 (4 m) を接合する。
- ③管とコンクリート製マンホールとのすき間は、樹脂系接合剤にて仕上げる。

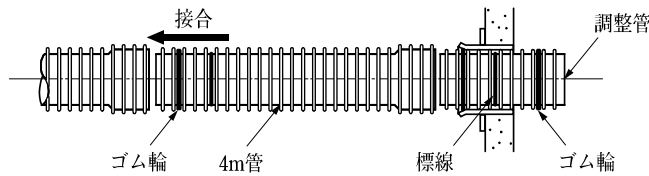


図7-37 本管の接合

(3) 外副管の設置における注意

コンクリート製マンホールにおいて、流入側と流出側の管底段差が0.6m以上であるときに副管 (外副管又は内副管) を取付ける。

コンクリート製マンホールに外副管を設置する場合は、図7-38のようにリップパイプ副管分岐用マンホール継手にリップパイプ副管用90度支管を7.2.5の要領で下向きに接合し、接着受口カラー、VU短管、90度曲管及び砂付け短管を接合する。外副管は、コンクリートを巻き立て保護する。

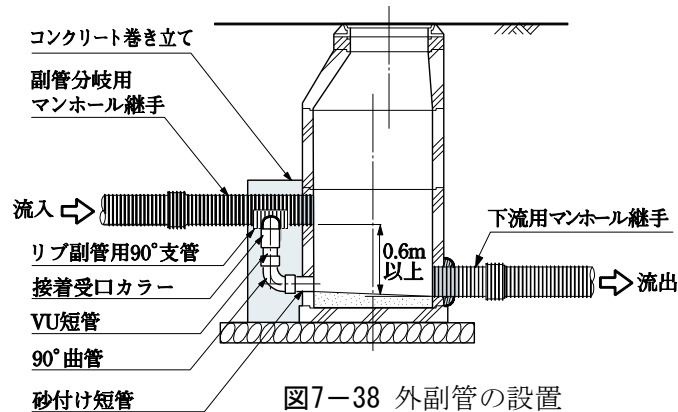


図7-38 外副管の設置

(4) 内副管の設置における注意

コンクリート製マンホールに内副管を設置する場合は、**図7-39**のようにコンクリート製マンホールのインバート高さに合うように、VU管で調節した90度曲管を内副管に取付け、内副管をコンクリート製マンホールに接合する。

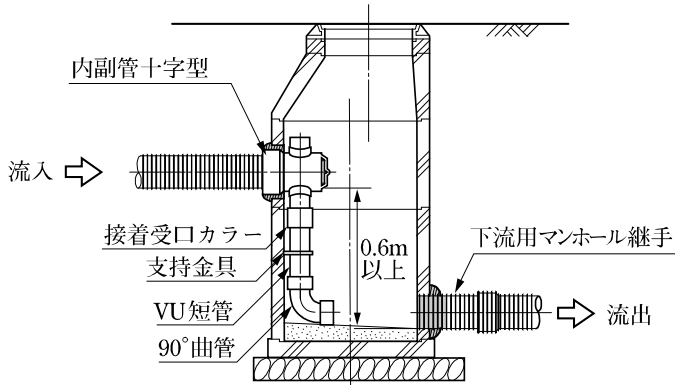


図7-39 内副管の設置

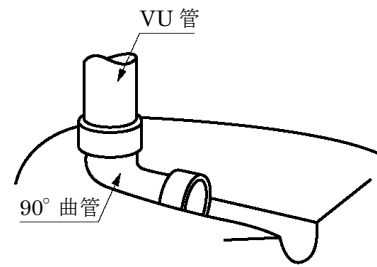


図7-40 インバート部

(5) 変換継手を用いる場合

コンクリート製マンホール際において変換継手を用いる際には、**図7-41**のようにマンホール上流側にはリブ受口-VU差し口変換継手を、マンホール下流側にはVU差し口-リブ差し口変換継手を使用する。

なお、変換継手は、リブパイプと接合した後、ゴム可とうマンホール継手と接続する。

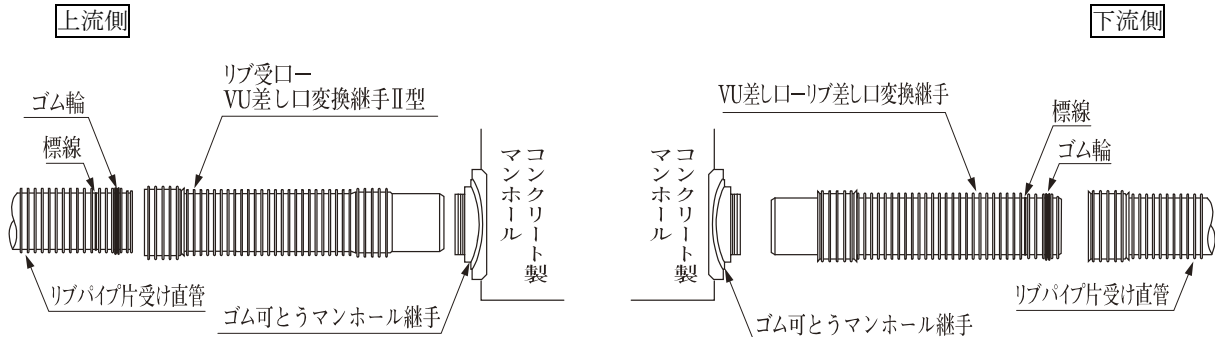


図7-41 変換継手によるコンクリート製マンホールとの接続

7.2.13 硬質塩化ビニル管（JSWAS K-1）との変換

硬質塩化ビニル管とリブパイプを接続する際には、**図7-42**の変換継手を用いて接続する。

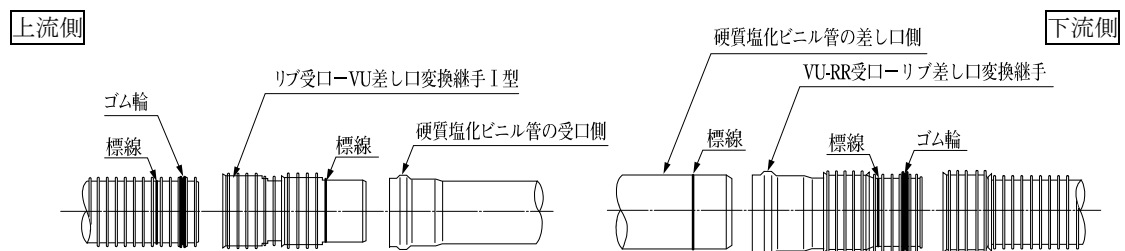


図7-42 変換継手による硬質塩化ビニル管との接続

7.3 工事

リップパイプの基礎は、砂基礎又は砕石基礎を標準とする。

7.3.1 本管工事

本管標準配管例を図7-43に示す。

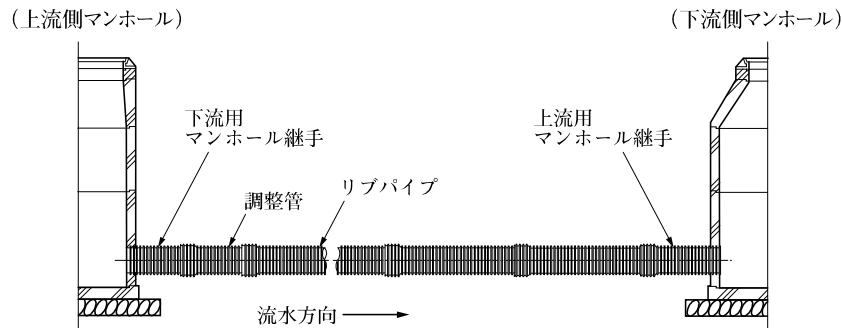


図7-43 本管標準配管例

7.3.2 管路の掘削

掘削は、設計図書に基づいて確実に進行。特に、機械掘削の場合は、掘りすぎや溝底が波形にならないように注意する。

1. 周辺地盤のゆるみや崩れ防止及び溝内作業の安全を確保するため、必要な山留工を施工する。
2. 溝床面をみださないように施工する。
3. 事前に試掘などにより既設埋設物の位置を確認するとともに、既設埋設物を露出させる場合は、損傷を与えないよう、必要な防護処理を行う。

7.3.3 基礎工

基礎部の構造は、図7-44及び図7-45に示すように基床部、管底側部、管上部から構成される。基礎の施工が不十分場合には、管路のたわみ、蛇行、偏平などの不具合が生じやすいため、入念に施工する。

(1) 基礎材

基礎に使用する材料は、砂又は砕石とする。地下水位が高い地盤では、砕石を用いた方が工事を行いやすい。

1) 砂基礎の場合

基礎材には、原則として良質の砂を用いる。

2) 砕石基礎の場合

基礎に使用する砕石は、JIS A 5001（道路用砕石）に規定されるものを原則とし、耐久性がありごみや不純物などをほとんど含まず、かつ、凍結していないものとする。

使用可能な砕石の種類と粒度範囲を表7-9に示す。

なお、同等の品質の再生砕石を用いてもよい。

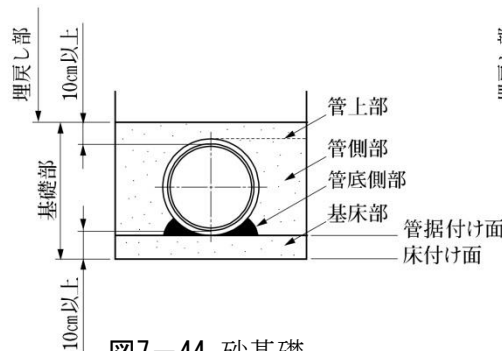


図7-44 砂基礎

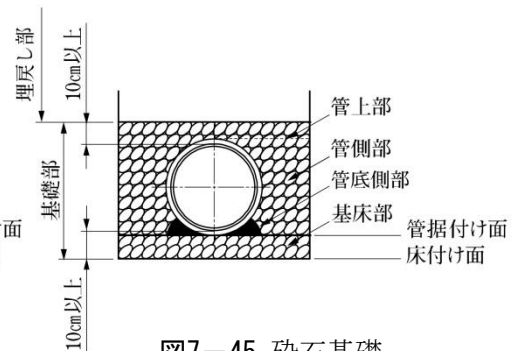


図7-45 砕石基礎

表 7-9 碎石の種類

種 類		粒度範囲 (mm)
クラッシャーラン	C-40	40~0
	C-30	30~0
	C-20	20~0
粒度調整碎石	M-40	40~0
	M-30	30~0
	M-25	25~0
単粒度碎石	S-13 (6号)	13~5
	S-5 (7号)	5~2.5
再生碎石	RC-40	40~0
	RC-30	30~0
	RC-20	20~0

(2) 基床部

1) 床付け面の仕上げ

人力で溝底の凸凹をなくし、平たんに床付け面の仕上げを行う。湧水のあるところでは排水を十分に行い、がれきや木の根などの固いものは管に悪影響を与えるので必ず取り除いておく。

なお、碎石基礎の場合は、若干の湧水があっても施工可能である。

2) 管据付け面の仕上げ

一般的に基床部の砂又は碎石（以後、基礎材と呼ぶ）の厚さは、現地盤の影響を受けない（10~20cm）程度でよい。管の据付け面の仕上げは、設計管底高さやこう配に注意しながら振動コンパクター等で十分転圧して行う。

なお、管を接合する箇所をあらかじめ継手掘りしておく、後の接合作業がやりやすい（図7-46 参照）。湧水地帯や軟弱地盤などでは基礎材に碎石を用い、必要な支持力が得られるよう基床部の厚さを調整する。碎石基礎で低こう配の場合、砂又は土のう等を部分的に使用し、面仕上げをすところ配が出しやすいが埋戻し時には必ず土のう袋を切開してから埋め戻す。

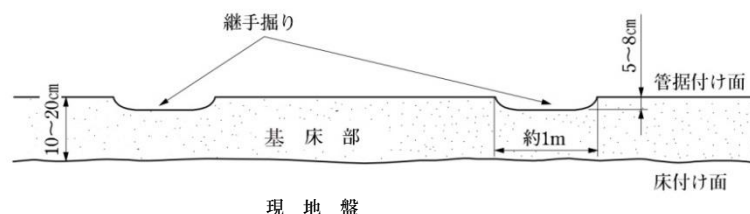


図7-46 基礎縦断面図

(3) 管底側部

基床部と管の隙間(管底側部)は、基礎材が回り込みにくく、締め固め不足が生じやすいため管側部の施工に先立ち、基礎材を十分充てんし、足踏みや突き棒などで入念に突き、締め固める（図7-44及び図7-45 参照）。

なお、継手掘り部分も同様に行う。

(4) 管側部

基礎材のまき出しは、一層の仕上がり厚さが20cm以内となるよう、また、管が移動しないよう左右均等に行い、均一に敷きならす。

締め固めは、一層ごとに木だこ又は足踏みで確実に締め固める。溝幅が広く機械を使用できる場合は、振動コンパクターを併用してもよい。

なお、管の仮固定に使用した木材などは、必ず完全に撤去する。

(5) 管上部

管上部の仕上がり厚さは、10cm以上とする。基礎材を均等に敷きならし、管に衝撃を与えないよう衝撃力の小さい振動コンパクター等で十分締め固める。

ただし、管直上部は振動コンパクターを使用すると振動により十分に締め固まらない恐れがあるので、木だこ又は足踏みにより締め固める。

(6) その他

軟弱地盤では、基礎工及び埋戻し土の締め固めが十分行えるよう、ソイルセメント等の改良施工を行う。軟弱地盤などで不同沈下を防止するためのはしご胴木基礎などを用いる場合は、胴木が直接管にあたらないように10cm以上の基礎材で管床部を設ける。

なお、砂基礎の場合は砂の流出防止を図る。

矢板施工では、矢板引抜きによる基礎工及び埋戻し材の移動防止と締め固めの効果を維持するために、土木安定シートを用いる方法がある。

7.3.4 管布設

(1) 布設方向

管は受口側を上流に向け、原則として管路の下流側から上流側に向かって布設する。

(2) 吊り降ろし

管据付け面への吊り降ろしは、2点吊りで行う。

吊り降ろしに際しては、管が矢板や切り張り等に接触し、きずがつかないように慎重に行う。

また、吊具は、ホースを被せたワイヤロープ等、管が滑らず、管をきずつけない適切なものを用いる。

(3) 接合

管の接合は、7.2.3管の接合の手順にしたがって確実に行う。

(4) 管の心出し及び据付け

下水道では管路の直線性が重要であるので、図7-47及び図7-48のように正確に心出しを行う。垂直方向の心出しは、L形定規で管頂レベルを確認しながら行う（図7-47 参照）。

水平方向の心出しは、下げ振り、水準器などを使用して正確に行う（図7-48 参照）。施工時、管路に曲りが生じた場合は、杭又は横木などにより修正する。この場合、使用した杭又は横木は管径の半分以上埋戻した時に必ず撤去する。

管据付け面を十分に締め固めできない場合は、リブの一部がめり込んで管が沈下することがあるので、あらかじめ沈下しろを見込んで施工する。

なお、リブパイプの構造上の特徴により、管据付け管頂レベル（施工管理用）と設計管頂レベル（設計上の土かぶり）には、リブ高さ分だけ寸法差が発生するので考慮すること（図7-49 参照）。

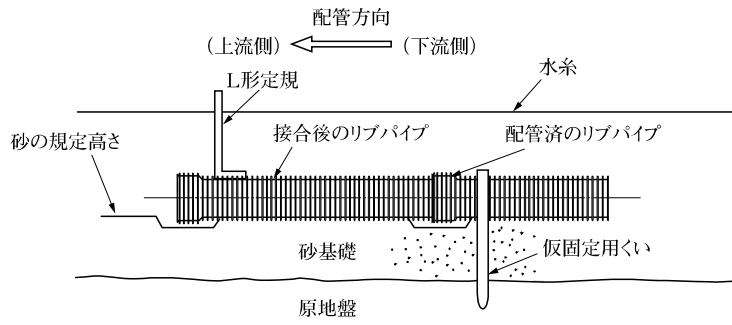


図7-47 垂直方向の心出し

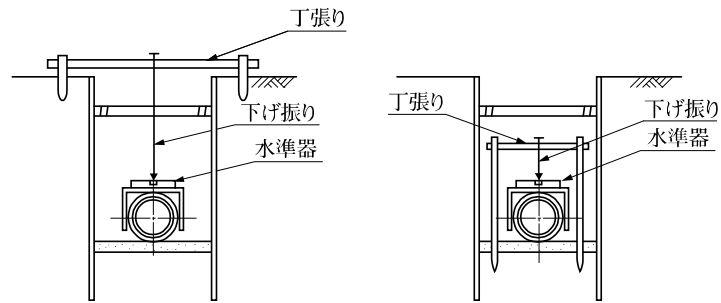
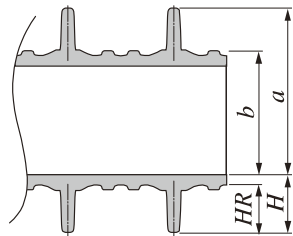


図7-48 管の心出し

(単位：mm)



呼び径	H	a	b	HR
150	11	160	154	8
200	14	215	204	12
250	18	268	254	15
300	22	322	305	18
350	25	376	355	22
400	24	424	405	20
450	26	476	455	22

図7-49 管据付け管頂レベルと設計管頂レベル(土かぶり)との寸法差(HR)

(5) 仮固定

管の心出し後、管側部を埋戻す際、管が移動しないよう管受口から前後約50cm離れた所に杭をそれぞれ2本打ち、焼なまし番線(#10程度)で管を仮固定する(図7-50 参照)。

管側部の埋戻しにより、管を完全に固定した後、必ず杭を撤去する。

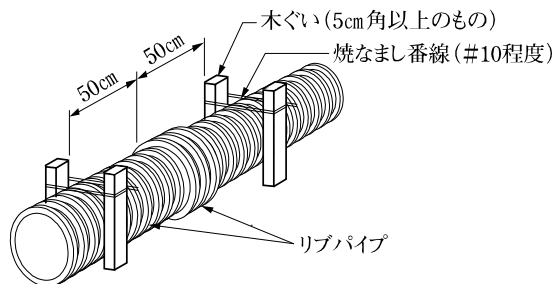


図7-50 杭による管の仮固定

7.3.5 埋戻し

原則として埋戻しは、管を布設した後速やかに行う。

(1) 埋戻し材

埋戻し材は、道路盛土や原地盤と同等以上の地耐力が得られ、締め固め易く、耐久性があり、ごみや不純物などを含まないものとする。また、凍結しているものは使用しない。

なお、管上 30cm までの埋戻し材は、岩塊など管に有害なものを含まない材料とする。

(2) 投入

埋戻し材は、機械により投入してもよいが、管に衝撃を与えないよう注意する。

(3) 仕上り厚

埋戻しの一層仕上り厚は、30cm 以内とする。

ただし、管頂から 30cm までの範囲及び路床部については、20cm 以内とする。

(4) 締め固め

締め固めは、振動コンパクター等を用い道路盛土や原地盤と同等以上の地耐力が得られる程度まで行う。

なお、管頂から 30cm までは、特に管に影響を与えないよう注意して締め固める。ローラー等の重機は、管頂から 50cm 以上埋戻した後使用する。

また、降雨や湧水による管の浮き上がりや落下物などによる管の損傷を防ぐため、管布設後は速やかに地表面まで埋め戻すように留意する。

注 基礎工に土のう袋を使用した場合、管底部が隆起する局部変形が発生するので、管軸に対する土のう袋の両側を切開し、その後に埋戻しを行う。

表7-10 管上部から地表面までの埋戻し

埋戻し層（管上からの高さ）	締め固め方法
10cm未満	足踏み又は木だこ
10cm～30cm未満	振動コンパクター
30cm以上	振動コンパクター又はタンピングランマー
50cm以上	ローラー又はタンピングランマー

7.3.6 リブ付小型マンホールの埋戻し

(1) リブ付小型マンホール本体の埋戻し

管上 10 cm まで砂又は碎石を用いてリブ付小型マンホール本体の立上り受口下部までを転圧しながら慎重に埋戻しする。

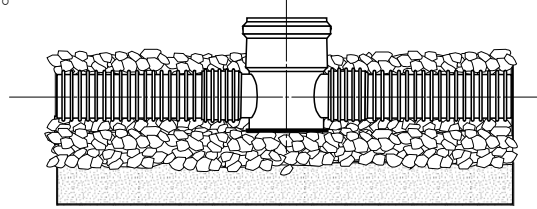


図7-51 リブ付小型マンホール本体の埋戻し

(2) 立上り管の埋戻し

何層かに分けて左右均等に人力で入念に突き固めながら、管の天端まで埋戻す。特に防護ふた周辺はランマー等で転圧して締め固める。

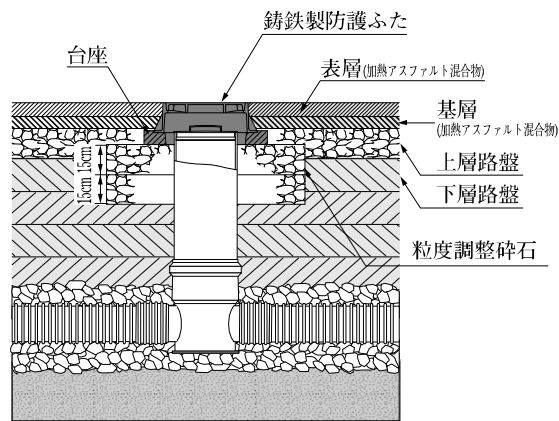


図7-52 立上り管の埋戻し

7.3.7 コンクリート製マンホール周辺の埋戻し

コンクリート製マンホール設置のために余分に掘削された部分は、地盤沈下を起こす恐れがあるので切込碎石などの良質な埋戻し材料を用いて十分締め固め、その上を基礎材料を用いて埋戻す（図7-53 参照）。

副管部のように余掘り部が深い場合は、切込碎石などの良質な埋戻し材料を敷き、その上を基礎材料を用いて埋戻す（図7-54 参照）。

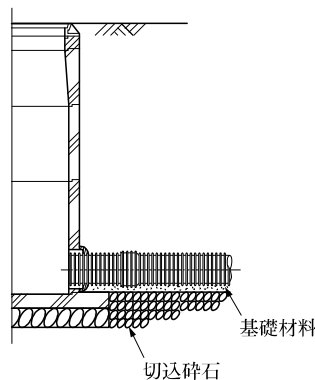


図7-53 コンクリート製マンホール余掘り部の埋戻し

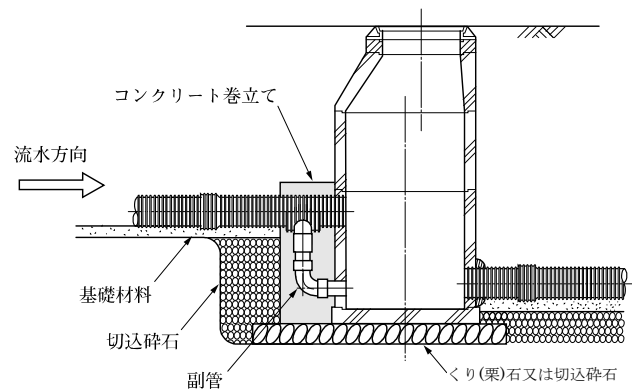


図7-54 副管余掘り部の埋戻し

7.3.8 補修工法

リブパイプの補修は破損の大きさ、破損位置、発生具合、周囲の状況などにより異なるので、ここでは基本的な補修工法を示す。

(1) 本管の補修方法

破損部を切除し、リブパイプを挿入し、次の方法で接合する。

- 1) 図7-56のように、破損部の次のリブ間中央の切断線に沿って直角に切断し、除去する（カラーを挿入するために、最小切断長さはカラーの全長程度とする）。

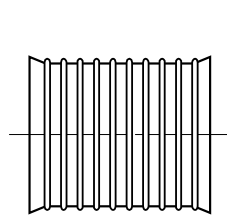


図7-55 カラー

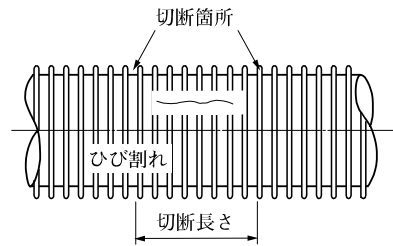


図7-56 破損部の切断

- 2) 切断箇所の左右の既設管にカラーを挿入する。
- 3) 新管の寸法取りは、正確に行うこと（切断ピッチ数を合わせて切断するとよい）。
- 4) 新管の両端及び既設管両端を清掃し、所定の位置（端面から第2番目と第3番目のリブ間）にゴム輪を装着する。
- 5) 除去部に新管を設置し、やりとりにより図7-57のように接合する。

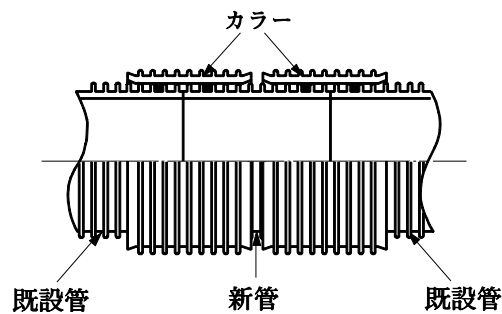


図7-57 カラーの接合

(2) 支管の補修方法

支管の破損部に樹脂系接合剤を十分につめ込み、コンクリート巻きを行う（図7-58 参照）。

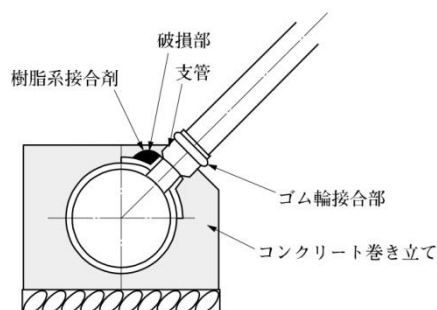


図7-58 支管補修

注 支管のゴム輪接合部分には巻き立てを行わず、可とう性を持たせる。

7.3.9 取付け管工事

取付け管の工事については、下水道用硬質塩化ビニル管（JSWAS K-1）と同様の工事方法により行う。

7.3.10 その他

リブパイプのリブが運搬時や施工時に誤って欠けた場合、破損状態（リブの破損は管軸方向30cm範囲内に3つまでとする）を確認の上、管側方向に欠部を位置決めする。

なお、破損状態において、実用上問題が無いことを以下の確認試験により検証した。

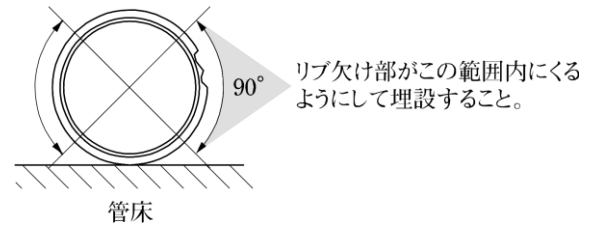


図7-59 リブ欠け部の位置決め

注 連続欠け（欠けが重なっている場合）の間隔が、30cm以下の場合には使用を避けてください。

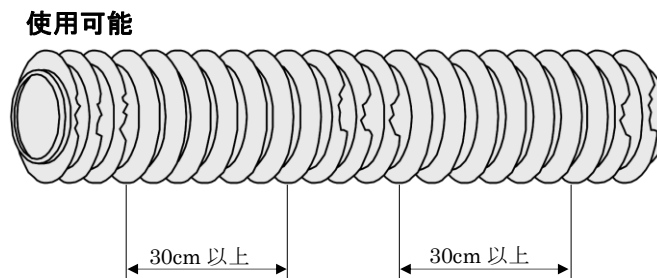


図7-60 連続欠けの間隔

確認試験

〈偏平試験〉

リブ部を欠いた状況を再現するためリブの必要枚数を故意に欠いたリブパイプ短管を供試体として、①偏平方向に対し上部位置 ②横位置に向けた状態での偏平試験を実施し、強度を確認する。

供試体：φ200（リブ欠け 0～5のケース）、250（リブ欠け 0～4のケース）

〈繰り返し疲労試験〉

試験条件：

- ・加振ストローク：4%±0.5%（変位制御）
- ・周波数：2Hz
- ・繰り返し回数：10⁶回

供試体：リブ部破損（有）のリブパイプ200 全長120mm（4ピッチ）

- ケースA・・・リブ4枚のうち1枚を1/2周（180°）に切除したもの
- ケースB・・・リブ4枚のうち連続した2枚を切除したもの（施工時に想定される破損状態を再現）

試験結果

リブパイプは、偏平強度において高い安全性（率）を確保した形状を有しており、リブ欠けにより偏平強度が10%程度低下しても、基準性能（性能規格）は十分に満足する。この検証として、以下に示す偏平試験結果（図7-61及び図7-62）より、実用上問題がないことが確認された。

また、繰り返し疲労試験でも、ひび・割れ等の損傷は認められなかった。

(1) 呼び径：200 リブ数：12箇所

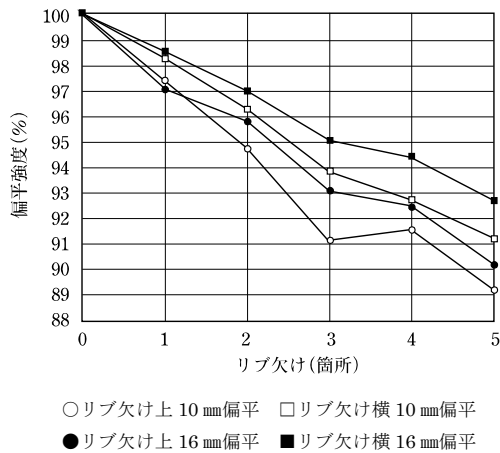


図 7-61 呼び径 200 偏平試験結果

(2) 呼び径：250 リブ数：10箇所

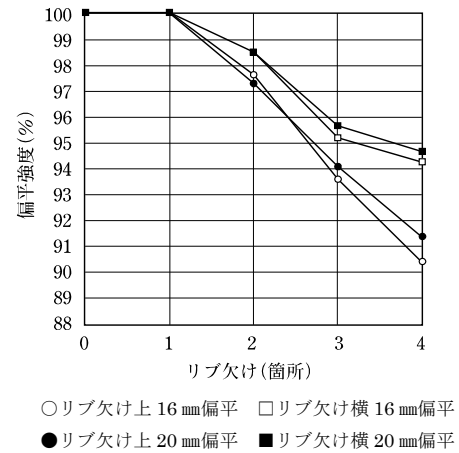


図 7-62 呼び径 250 偏平試験結果

7.4 残材・廃材の処理

リブパイプは、できるだけ残材を少なくするために調整管に両受け直管を使用し、切断した管を別管きよの調整管に有効利用するようにしているが、残材の廃材が施工上少なからず発生することもある。地球環境を保全するとともに資源の有効利用を図るためにも、現場で発生した残材・廃材は、指定の中間受入場（9. リブパイプのリサイクル 参照）に持ち込む等して再利用に努める。

7.5 関連部材の施工

7.5.1 砕石基礎用防護シート

砕石基礎を使用する場合は、支管部などのリブが設けられていない部分に直接砕石が接触するのを防護するため砕石基礎用防護シートを用いる（図7-63 参照）。また、砕石基礎が取付け管部に接触する場合も同様に防護する。

(1) 防護シートの巻き付け

支管1ヶ所につき砕石基礎用防護シートを1枚準備し、一边に数箇所切り込みを入れ、砕石基礎用防護シートの切り込み部を本管側に向け支管に巻き付けた後、ガムテープ等で固定する（図7-64 参照）。

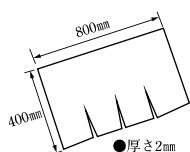


図7-63 砕石基礎用防護シート

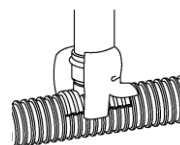


図7-64 防護シートの巻き付け

7.5.2 ゴムシール型支管

注 ゴムシール型支管の使用範囲は埋設深さ4m以下とする。

(1) せん孔

7.2.4 管のせん孔の手順に従い、せん孔、バリ取りを行う。また、ゴムパッキンが当たる範囲内にリブの欠けがある場合、欠けている箇所は避けてせん孔する。

なお、初めて支管接合の作業を行う場合は必ずメーカーの施工指導を受ける。

(2) 支管セット

支管のゴムシール部に滑剤を塗布し、せん孔位置にあわせて支管をセットする（図7-65 参照）。ツメを押し上げるように両側へ確実にセットする（図7-66 参照）。支管セットの際には、滑剤を塗布する。支管を本管に取付けるときは図7-67に示すように、取付け管の管底部が本管の管頂120°の角度範囲で取付ける。

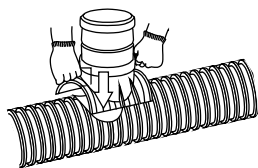


図7-65 支管のセット

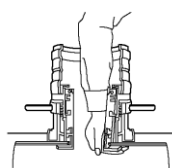


図7-66 ツメセット

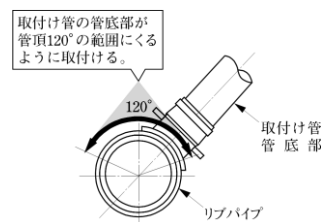


図7-67 支管の取付け位置の範囲

注1. 接着剤などは使用しない。

2. ツメがきちんと収まったか、確認する。

(3) 締め込み

ハンドルの封印シールをはがし、矢印方向にハンドルを約3回転半させ、ストッパー位置まで（溝に赤い印が見えるまで）締め込む。その後、ツメがきちんと収まっていることを再度確認する（図7-68 参照）。

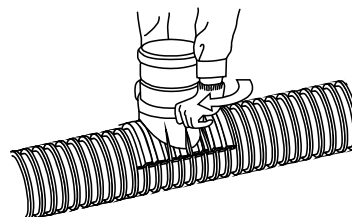


図7-68 ゴムシール型支管の締め込み

注 ストッパー位置では、ハンドル部分の矢印と受ロゴムの矢印が合う。

7.5.3 ゴム可とうマンホール継手（貼付型）

(1) コンクリート製マンホールへの接合

コンクリート製マンホールせん孔部に接着剤を適量塗布する（表7-11 参照）。乾燥時間経過後（表7-12 参照）、せん孔部に合わせて継手をセットし離型紙をはがしてプラスチックハンマーでエアだまりのないよう均一に圧着させ、せん孔側壁の離型紙をはがす。

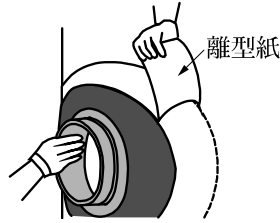


図7-69 コンクリート製マンホールへの接合

表7-11 1箇所当りの接着剤標準使用量

呼び径	150	200	250
塗布量 (g)	35	40	50

表7-12 乾燥時間（参考）

冬 場	15～20分
夏 場	5～10分

(2) 拡張リングのセット

マンホールせん孔径にあわせて拡張リングを切断し、継手内側にセットし、専用クランプで拡張リングを押し込む（図7-70 参照）。

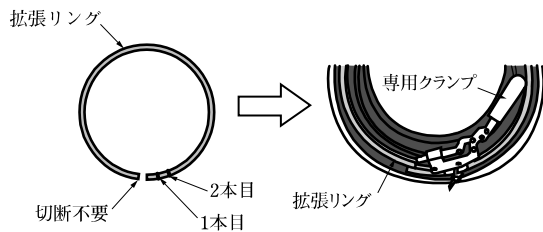


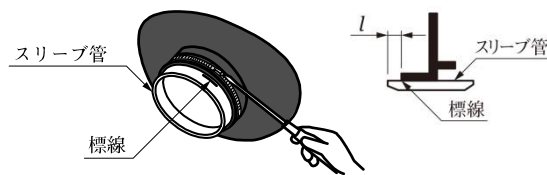
図7-70 拡張リングのセット

呼び径	マンホールせん孔径別切断位置		
150	252	259	262
200	304	309	314
250	356	358	366
切断位置	2本目	1本目	切断不要

(3) スリーブ管のセット

スリーブ管に人孔に応じて下表の位置に標線を記入する。

次にスリーブ管の内面取り側をマンホール内側に向けて継手にセットし、ステンレス製バンドを締め付ける〔締め付けトルクは245～294N・cm(25～30kgf・cm)〕（図7-71 参照）。



(単位：mm)

呼び径	マンホール別標線位置		
	0号	1号	2号
150	52	52	27
200	47	47	22
250	50	50	25

図7-71 スリーブ管のセット

(4) クッション材のセット

クッション材のポリエチレン製リングを拡張リングとゴムの間にセットする（図7-72 参照）。



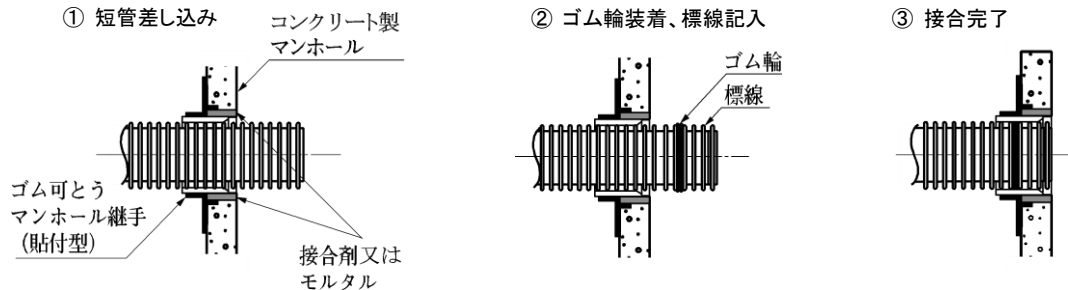
図7-72 クッション材のセット

注 ポリエチレン製リングは、可とう性を活かすために必ずセットする。

(5) 接 合

あらかじめスリーブ管内面に滑剤を塗布し、管を所定の長さに切断後、150は第6番目と第7番目のリブの間に、200・250は第4番目と第5番目のリブの間にゴム輪を装着する。

ゴム輪外面に滑剤を塗布後、管端がコンクリート製マンホール内面に合う位置まで挿入する（図7-73 参照）。また、挿入後標線及びゴム本体位置を確認する。



呼び径	取付位置	標 線
150	6～7山間	2山目
200	4～5山間	2山目
250	4～5山間	2山目

図7-73 管の接合

- 注1. コンクリート製マンホールの管端仕上方法（R切り等）によりゴム輪装着位置が異なるので、本管ゴム輪がスリーブ管の中央に位置するよう確認する。
2. 砕石基礎を使用する場合は、継手部などのリブが設けられていない部分に直接砕石が接触するのを防護するため、砕石基礎用防護シートを使用する。
3. マンホール壁は必ず乾燥させた後、接合作業を行う。
4. 指で触ったときにベタベタするが指には付かない（糸を引かない）状態を乾燥時間の目安とする。

7.5.4 ゴム可とうマンホール継手（拡径型）

(1) せん孔径の清掃と確認

マンホールせん孔部をウエス等で清掃し、せん孔径を確認する。

(2) コンクリート製マンホールへのセット

継手のガイドをコンクリート製マンホールの外面に合わせセットガイドに「左・右」が表示されているので水平にセットする（図7-74 参照）。

注 継手のセット位置がズレないように注意する。



図7-74 ガイドのセット

(3) 拡径治具のセット

継手内筒部を押し広げ、拡径治具を拡径バンドにセットし、モンキーレンチで拡径する（図7-75 参照）。

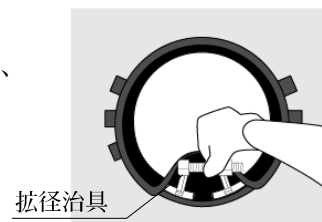


図7-75 拡径治具のセット

(4) スペーサーの挿入

表7-13よりせん孔径に適合したスペーサーを挿入後、拡張治具を取り外す(図7-76 参照)。



図 7-76 スペーサーの挿入

表 7-13 使用スペーサー一覧表 (単位: mm)

呼び径 150 用			呼び径 200 用		
	せん孔径	スペーサー	せん孔径	スペーサー	
S型	251	18.0	S型	303	18.0
	252	19.5		304	19.5
	253	22.5		305	22.5
M型	258	18.0	M型	308	18.0
	259	19.5		309	19.5
	260	22.5		310	22.5
L型	261	18.0	L型	313	18.0
	262	19.5		314	19.5
	263	22.5		315	22.5

(5) バンドの締め付け

スリーブ管の内面取りのある側をコンクリート製マンホール内側に向けて継手にセットし、ステンレス製バンドを締め付ける[締め付けトルクは245~294N・cm(25~30kgf・cm)] (図7-77 参照)。

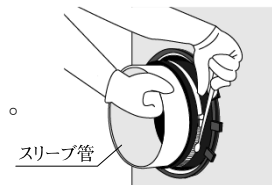


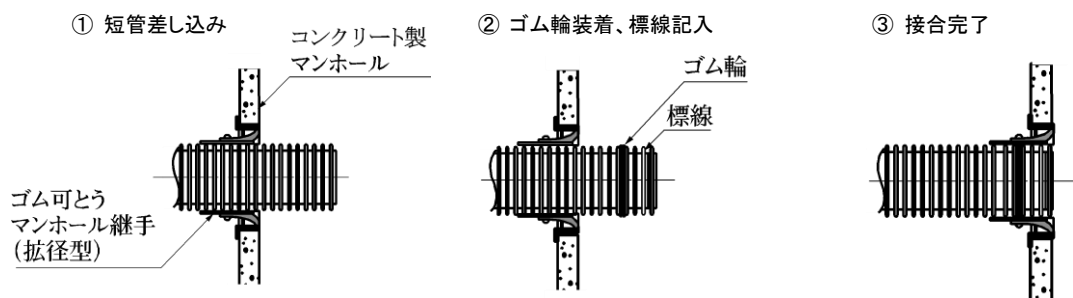
図7-77 バンドの締め付け

(6) 接合

あらかじめスリーブ管内面に滑剤を塗布し、管を所定の長さに切断後、150は第5番目と第6番目のリブの間に、200は第4番目と第5番目のリブの間にゴム輪を装着する。

ゴム輪外面に滑剤を塗布後、管端がコンクリート製マンホール内面に合う位置まで挿入する(図7-78 参照)。

また、挿入後標線及びゴム本体位置を確認する。



呼び径	取付位置	標線
150	5~6山間	1~2山間
200	4~5山間	1~2山間

図 7-78 管の接合

注1. コンクリート製マンホールの管端仕上げ方法(R切り等)によりゴム輪装着位置が異なるので、本管ゴム輪がスリーブ管の中央に位置するよう確認する。

2. 砕石基礎を使用する場合は、継手部などのリブが設けられていない部分に直接砕石が接触するのを防護するため砕石基礎用防護シートを使用する。

8. リブパイプの埋設挙動

リブパイプの許容応力 (σ_a) は、17.7MPa $\{N/mm^2\}$ 、許容たわみ率 (V_a) は4%であるが、次の実験を行い、管の安全性を確認した。

8.1 サンドボックス実験

(1) 実験目的

リブパイプの埋設時における安全性を確認するため、サンドボックス内に呼び径300の管を埋設し、管に発生する応力と鉛直方向のたわみ量を測定する。

(2) 実験の概要

図8-1のように管を埋設し、砂全体に均等に荷重を加えるためにサンドボックスと同面積の載荷板を設置する。埋戻し土のかわりに油圧ジャッキで荷重を加え、管の内周に取付けたひずみ (歪) ゲージで発生ひずみを、変位計で管のたわみ量を測定する。

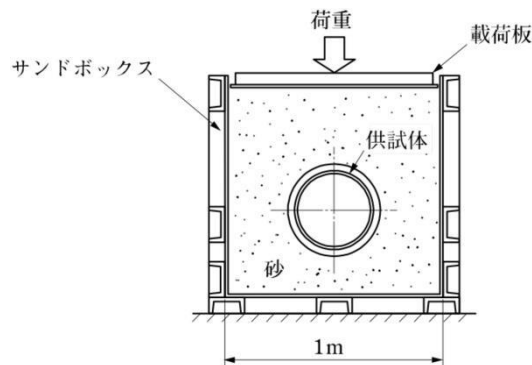


図8-1 サンドボックス実験装置

(3) 実験結果

実験により得られた載荷重と発生応力及びたわみ量の関係を、図8-2に示す。

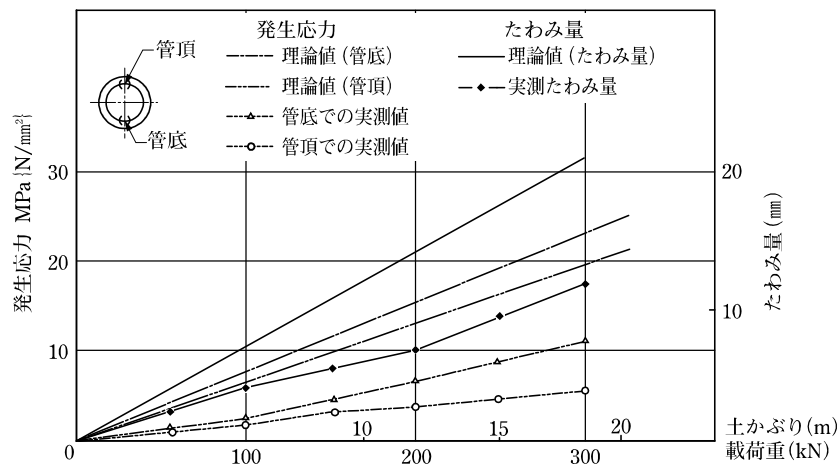


図8-2 載荷重と発生応力及びたわみ量の関係

(4) 考 察

実験結果より、載荷重98.1kN (相当埋設深さ6.2m) を加えた時の最大発生応力は24.5MPa $\{N/mm^2\}$ 、鉛直方向のたわみ量は4.2mm (1.4%)、また、載荷重196.2kN (相当埋設深さ12.4m) を加えた時はそれぞれ66.7 MPa $\{N/mm^2\}$ 、7.0mm (2.3%) であった。また、測定値はいずれの荷重においても理論値を下回り、計算によって求めた値は安全側であることが確認できた。

8.2 砂基礎及び砕石基礎の短期土槽埋設実験

(神戸大学工学部土木工学科との共同研究)

(1) 実験目的

土中に埋設されたリブパイプの上載荷重と発生応力及びたわみの関係について調べる。

(2) 実験方法 (JSWAS K-5 サンドボックスの実験方法を参考とする)

図8-3に示すように鋼製箱内に管を埋設し、箱の上方開口部にほぼ同面積の載荷板を載せ、ここに油圧ジャッキで所定の荷重を加え、その際、管に発生するひずみ及びたわみを測定する。

管の埋設にあたっては、図8-4に示すように供試体に荷重が均等に加わるよう、両端にダミー管を設置する。

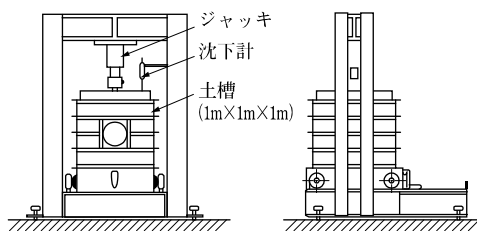


図8-3 試験装置

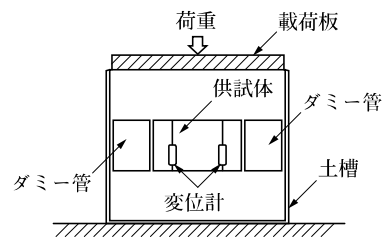


図8-4 土槽概要

(3) 供試体

リブパイプ 呼び径300

(4) 装置

載荷装置…………… 490.5kN (50トン) 油圧ジャッキ

測定装置…………… ひずみゲージ (管底及び管頂部発生ひずみ)

ひずみ変換式変位計 (発生鉛直たわみ)

(5) 試験条件

載荷荷重…………… 19.6、39.2、58.9、98.1、147.2、196.2、245.3、294.3 kN

(6) 埋戻し材料

埋戻し材料は、砂質土及び砕石 (クラッシャーランC-20) とする。表8-1及び表8-2にその特性を示す。

表8-1 埋戻し材料の土質試験結果

項目		砂質土	砕石	試験規格
土粒子の比重		2.670	2.645	JIS A 1202 (土粒子の比重試験方法)
含水比		4.5%	2.3%	JIS A 1203 (土の含水量試験方法)
粒径	れき (礫) 分	29.1%	65.7%	JIS A 1204 (土の粒度試験方法)
	砂 分	59.1%	28.9%	
	シルト・粘土分	11.8%	5.4%	
日本統一土質		S-F	G-F	—
土質名		細粒分混り砂	細粒分混りれき	—

表8-2 締め固め特性

項目	砂質土	砕石	試験規格
最大乾燥密度	18.75kN/m ³	18.99kN/m ³	JIS A 1210 (突き固めによる土の締め固め)
最適含水比	11.5%	9.0%	

(7) 実験結果

載荷荷重と管に発生した応力及びたわみ率の関係を図8-5及び図8-6に示す。

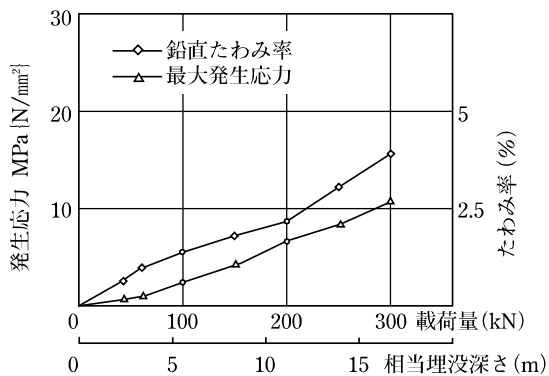


図8-5 載荷荷重と発生応力、たわみの関係 (砂質土)

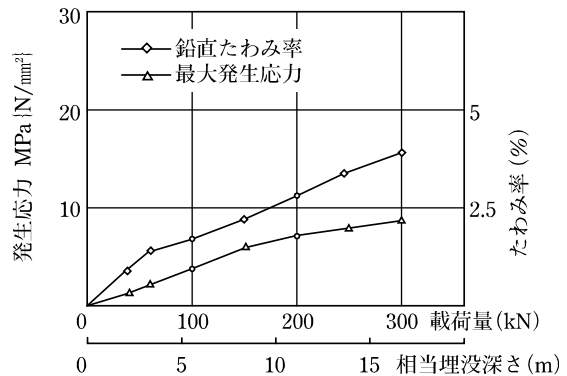


図8-6 載荷荷重と発生応力、たわみの関係 (碎石)

砂質土、碎石いずれの材料で埋戻した場合でも、196.2kNの荷重（相当埋設深さ11.1m）での最大発生応力は約7.8MPa $\{N/mm^2\}$ 、また、たわみ率もおよそ2.9%（許容たわみ率4%）と十分安全なレベルにあるといえる。

8.3 砕石基礎繰り返し載荷実験

(1) 実験目的

砕石基礎で埋設されたリブパイプの挙動及び安全性を確認する。

(2) 実験場所と実験装置

実験場所…………… 建設省土木研究所内繰り返し載荷ピット実験場 (写8-1 参照)

実験装置…………… 繰り返し載荷試験装置(載荷限界荷重値147.2kN{15トン}) (写8-2 参照)

(3) 実験仕様及び方法

ピット実験場内に図8-7に示すような仕様でリブパイプを埋設し、所定の荷重を繰り返し載荷した後、管を掘り出し、割れ、有害な傷がないかを確認するとともに、載荷時には管の発生ひずみ、管のたわみを測定する。

(4) 供試体

リブパイプ 呼び径250

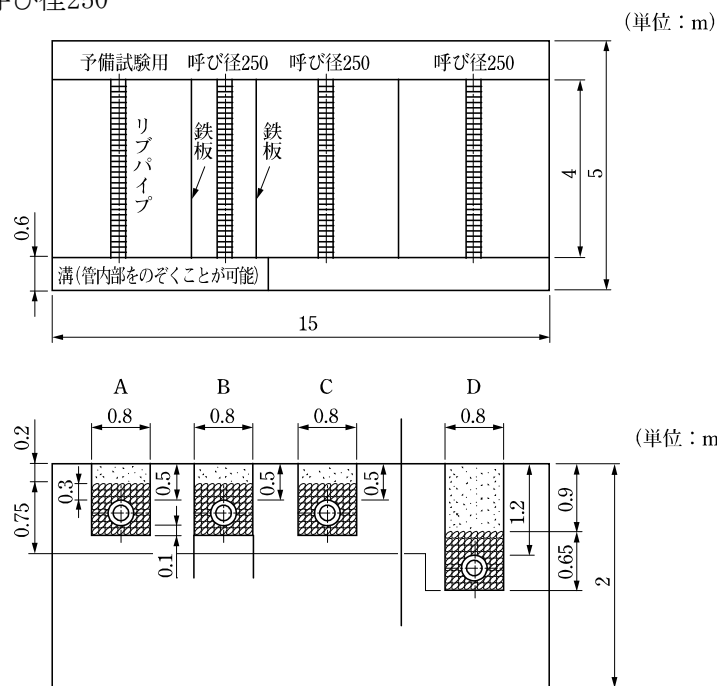


図8-7 実験仕様

(5) 試験条件

表8-3に実験条件を示す。

表8-3 実験条件

実験ケース	呼び径	土かぶり (m)	砕石	舗装	側方拘束 (鉄板)	荷重 (kN{トン})	繰り返し数 (回)	測定場所	備考
1	250	0.5	C-40	無	有	117.7{12}	10 ⁴	A	管の安全性を確認するための厳しい条件
2	250	0.5	C-40	無	有	78.5{8}	10 ⁴	B	
3	250	0.5	C-40	無	無	78.5{8}	10 ⁴	C	
4	250	1.2	C-40	無	無	78.5{8}	10 ⁶	D	実用上の最大荷重条件

(6) 締め固め方法

図9-8に示すように、振動ローラー及び木だこで管頂30cmまで、10cmごとにそれぞれ転圧2往復以上締め固める。

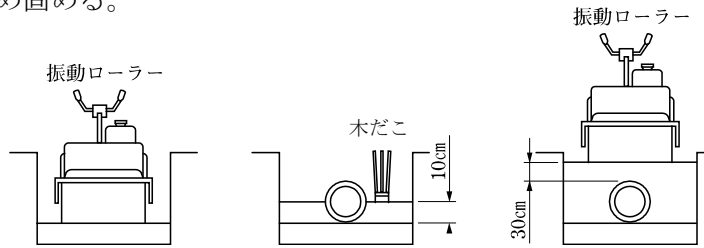
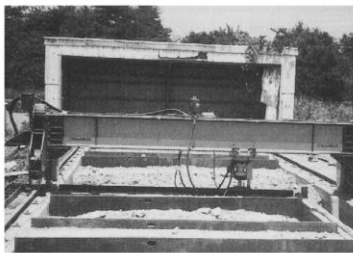


図8-8 締め固め方法



写8-1 実験ピット



写8-2 繰り返し载荷装置

(7) 実験結果

1) 管外観調査結果

管外観調査結果を表8-4及び写8-3に示す。

表8-4 管外観調査結果

実験ケース	呼び径	土かぶり (m)	側方拘束 (鉄板)	荷重 (kN{トン})	繰り返し数 (回)	管外面外観	管内面外観
1	250	0.5	有	117.7{12}	10 ⁴	異常なし	異常なし
2	250	0.5	有	78.5{8}	10 ⁴	異常なし	異常なし
3	250	0.5	無	78.5{8}	10 ⁴	異常なし	異常なし
4	250	1.2	無	78.5{8}	10 ⁶	異常なし	異常なし



写8-3 実験ケース1 (呼び径250、土かぶり50cm、117.7kN{12トン}、繰り返し数10⁴回) 载荷後

2) 管発生応力

各実験ケースにおける管外面（小リブ）及びリブ先端の管頂発生応力を図8-9及び図8-10に示す。

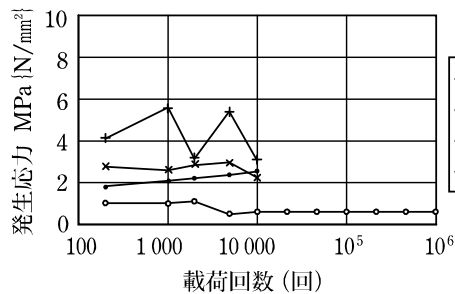


図8-9 各実験ケースにおける管外面管頂発生応力

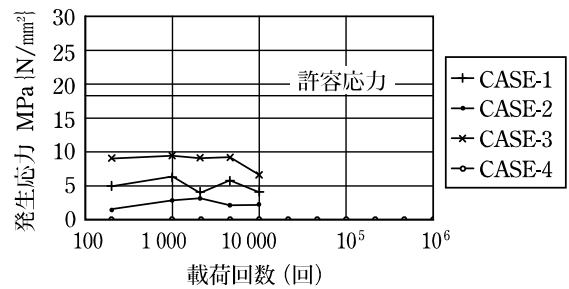


図8-10 各実験ケースにおけるリブ先端管頂発生応力

動荷重により発生した管外面（小リブ）及びリブ先端の最大発生応力は、それぞれ約5.4MPa {N/mm²}、9.3MPa {N/mm²}であり、管の許容応力17.7MPa {N/mm²}に対して十分安全なレベルにあるといえる。

3) 管たわみ率

各実験ケースにおける管のたわみ率を図8-11に示す。

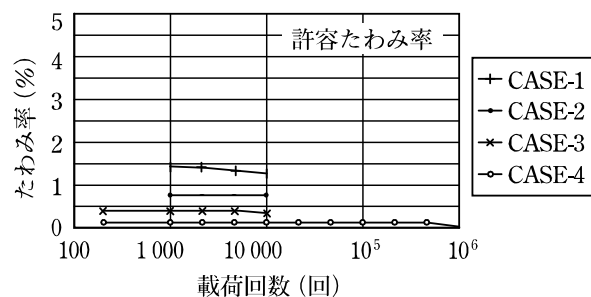


図8-11 各実験ケースにおけるたわみ率

ケース1での最大たわみ率が1.5%であり、許容たわみ率4%に対して十分安全なレベルにあるといえる。

(8) まとめ

砕石基礎下のリブパイプは、車道下埋設を想定した繰り返し荷重に対して外観、発生応力、たわみの点でまったく問題がなく、十分安全であると判断できる。

8.4 簡易基礎（B基礎）繰り返し載荷実験

(1) 実験目的

簡易基礎（B基礎）で埋設されたリブパイプの挙動及び安全性を確認する。

(2) 実験方法

図8-12のように土かぶり1mで埋設された呼び径200のリブパイプの上部を25トントラックが繰り返し走行する状況を想定している。油圧アクチュエータによってトラックの1後輪荷重に相当する10トンの荷重を繰り返し載荷することでモデル化した。

油圧アクチュエータにより呼び径200のリブパイプに荷重を加え、動歪み測定器を用いて、管の扁平率を測定する。繰り返し載荷によるパイプの変形が現在適用されている砕石基礎（C基礎）や砂基礎と同等であることを確認するため、砕石基礎（C基礎）、砂基礎の各条件で実験する。また、参考として試供体を下水道用硬質塩化ビニル管（SRA）とした砂基礎の場合についても実験した。

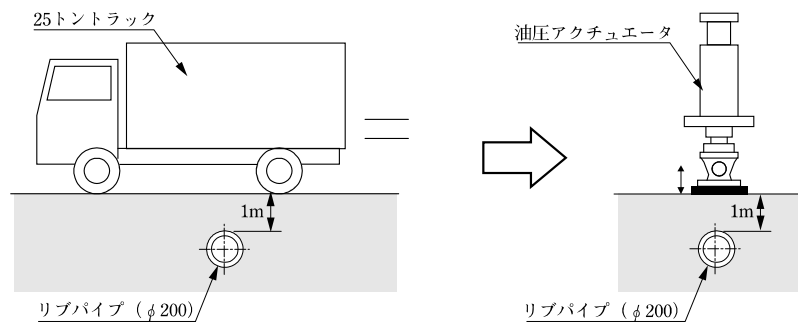


図8-12 実験モデル

(3) 供試体

供試体として管中央部に変位計を取り付けたリブパイプ（φ200）を3本、SRA（φ200）を1本使用した。

(4) 試験条件

4通りの異なる布設条件で供試管を埋設した。各条件とも基本的な布設構成は図8-13に示したように同じである。

なお、実験は幅×長さ×深さ＝2m×4m×2.4mの実験用土水槽を用いて行った。

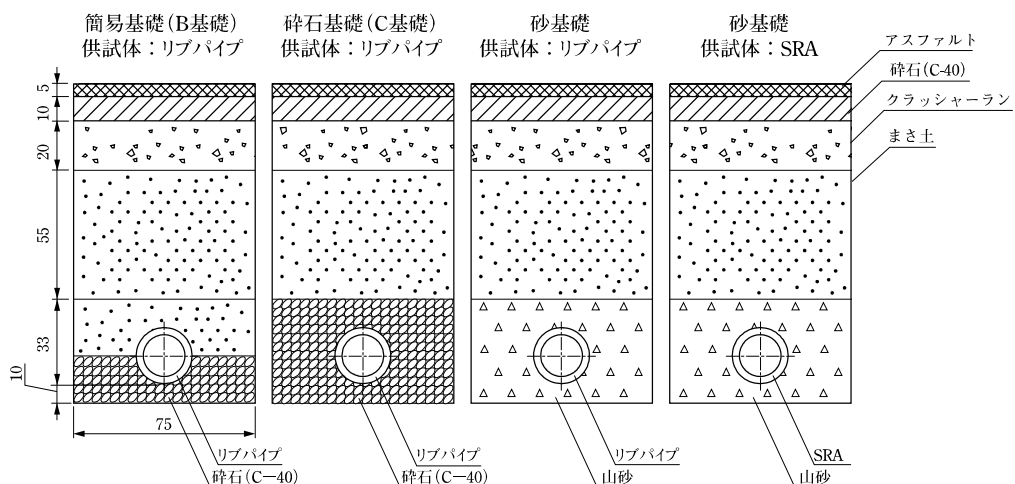


図8-13 供試管布設構成

(5) 締め固め方法

振動ローラー及び木だこで管頂20cmまで、10cmごとにそれぞれ転圧2往復以上締め固める。

(6) 载荷条件

245.3kN (25トン) の大型トラック1後輪の設置面を模擬した20cm×50cmの平板を油圧アクチュエータに取り付け、車両の連続走行を想定した繰り返し载荷を行った。载荷条件は表8-5に示す通りである。

表8-5 载荷条件

想定トラック	1後輪荷重	载荷荷重	载荷周波数
T-25	98.1kN	0~98.1kNのsin波	2Hz



写8-4 供試管の埋戻し



写8-5 動ひずみ計

(7) 実験結果

载荷繰り返し数とたわみ率の関係を図8-14に示す。

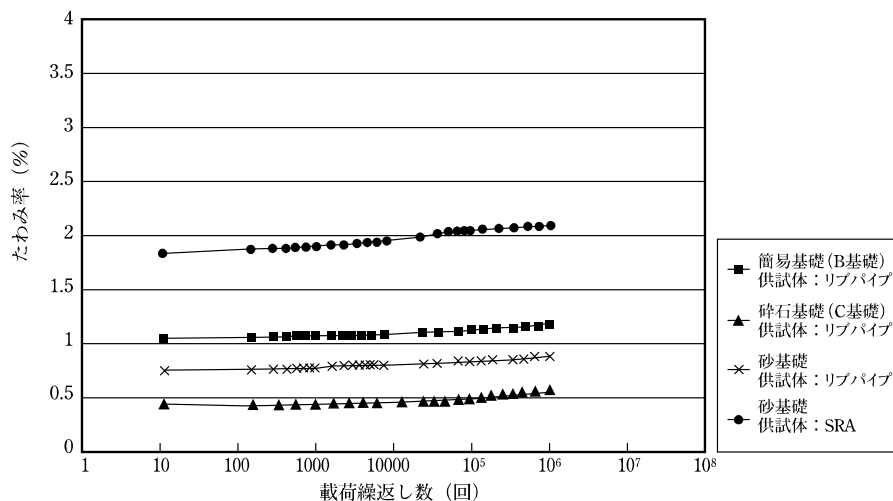


図8-14 载荷繰り返し数とたわみ率の関係

(8) まとめ

簡易基礎 (B基礎) 下のリブパイプは車道下埋設を想定した繰り返し荷重に対して、偏平の点でまったく問題がなく十分安全であると判断できる。

9. リブパイプのリサイクル

9.1 リサイクルシステム

持続的な人類の繁栄を維持するために、従来の大量生産、大量消費、大量廃棄という社会形態から循環型社会の形成が求められている。このような状況をかんがみ、政府は平成12年に循環型社会形成推進基本法及びリサイクル関連の法律の制定・改正を行った。

この動きを受け、平成13年4月に硬質塩化ビニル管・継手製造業は特定再利用業種として指定され、硬質塩化ビニル管・継手を製造する事業者は使用済みの硬質塩化ビニル管を再利用することが求められるようになった。

さらに平成14年5月、建設リサイクル法が施行され、製品の省資源化、廃棄物の発生抑制及び事業者の製品に対する回収・リサイクルが義務づけられた。

このため、硬質塩化ビニル製であるリブパイプの製造事業者の団体であるプラスチックリブパイプ協会では塩化ビニル管・継手協会との協力のもと使用済みのリブパイプの再利用率の向上を図るため、回収及び再利用について下記のリサイクルシステムを構築しております。

リブパイプは、軽量化（リデュース）を追求した製品であり、さらにリサイクルシステムの構築によって将来的な環境負荷の低減が可能となる。

なお、マテリアルリサイクル（パイプへの再利用）時の再加工条件では、ダイオキシンや塩素ガス等の有害物質を発生させることがない。

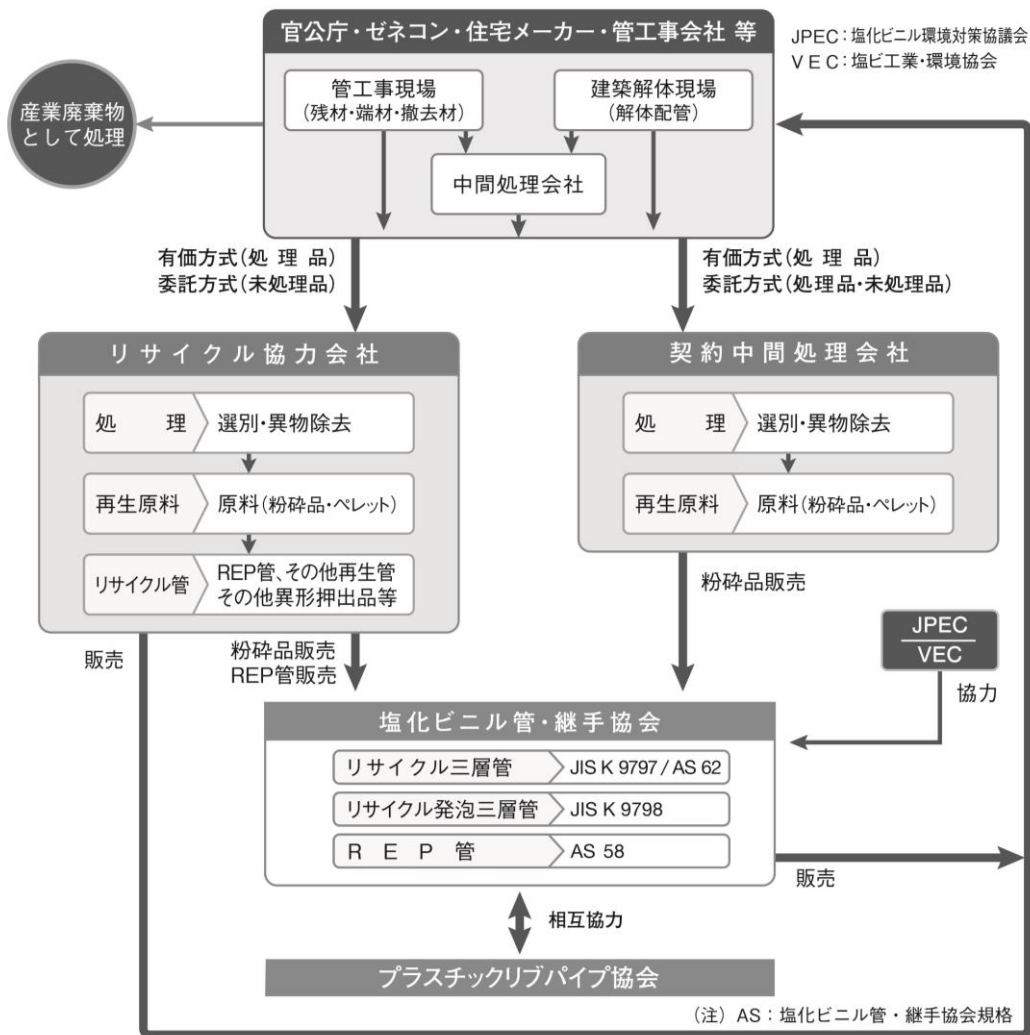


図9-1 リサイクルシステムモデル図

9.2 廃棄物の発生抑制（リデュース）

環境に対する社会的要請が高まり、平成12年5月に「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」（グリーン購入法）が公布された。そして「資源の有効な利用の促進に関する法律」が平成13年4月1日から施行され、将来的な環境負荷を低減するために、廃棄物の抑制（リデュース）、部品の再利用（リユース）、原材料としての再利用（リサイクル）を考慮することが求められるようになってきた。

リブパイプは下水道用硬質塩化ビニル管と比較して約2/3の質量と非常に軽量なため、資源の有効利用になるとともに、将来にわたって廃棄物の抑制効果（リデュース効果）が期待できる。

10. 安全にご使用いただくために

リブパイプを安全にご使用いただき、性能を十分に発揮させていただくためには、本書を必ずお読みください。特に、下記の点には十分にご注意の上ご使用ください。

また、施工にあたっては、作業の安全性と管路の性能を発揮させるため協会の推奨する標準施工方法に従って施工してください。施工条件などによりこれに従えない場合は協会までお問い合わせください。

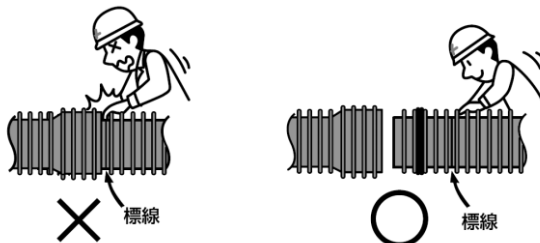
ご不明な点がありましたらプラスチックリブパイプ協会までお問い合わせください。

⚠注意 積み込み及び保管について

- (1) 積み込み、積み降しでは、放り投げるようなことはしない。特に、冬期は注意が必要である。
- (2) 管を滑らせたり引きずったりしない。
- (3) 管を屋外で保管する場合には、直射日光を避けるため、風通しの良い場所で、熱気のこもらない方法（例えば遮光ネット等）でシート掛けをする等の対策を行う。また、透明シートは効果がなく悪影響を及ぼすので使用しない。
なお、保管に使用する管台は、不陸が起きないようにする。
- (4) 保管中の施工現場に積み上げた管は人が乗ったり、近づいたりしないよう管理する。
- (5) ゴム輪別送の場合には、ゴム輪の老化やごみ及びほこりのたい積を防ぐため受口はこん（梱）包し保管する。

⚠注意 接合について

- (1) 土砂、泥水などの付着に注意する。
- (2) 管の接合は、たたき込むようなことをしてはならない。
- (3) ゴム輪付近をもって挿入すると、受口とリブの間に指がはさまりますので、手の位置に十分に注意する。



- (4) ゴム輪のセット及び標線記入に際しては、標準位置を確認の上使用する。
- (5) ゴム輪接合では必ずゴム輪の装てんを確かめ、ねじれや方向性を点検する。
- (6) 滑剤は硬質塩化ビニル管専用滑剤を使用すること。グリス、油、洗剤、他管種用滑剤などを使用すると、ゴム輪やリブパイプに悪影響を及ぼすことがあるため使用してはならない。
- (7) はみ出した接着剤はふき取る。また、冬期接着接合を行った管路は溶剤蒸気を除去する。
- (8) 切断、せん孔、継続などの作業に用いる工具は適切な仕様品を選択する。

⚠注意 管のせん孔について

リブパイプのせん孔機は、専用のホルソーを基本とする。

⚠注意 有機溶剤を含む製品について

管には、ある種の有機化合物、例えば、アセトン、シンナー、クレオソート、殺虫剤、あり駆除剤など、管の材質に悪影響を及ぼす物質を吹き付けたり、塗ったりしてはならない。

なお、上記物質が直接管に接触しない場合であっても、例えば、管が浅く埋設されている場合、上記物質を地面にこぼすと、地中に浸透することによって、管が冒される場合があるので注意しなければならない。

⚠注意 可塑剤を含む製品について

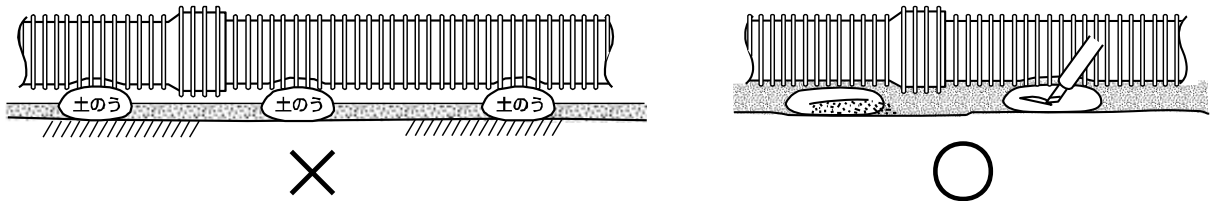
軟質塩化ビニル製品や可塑剤を含む止水滑剤など可塑剤入り製品とリブパイプが接触した場合、可塑剤の移行によって、管が破損するので、使用してはならない。

⚠注意 樹脂系接合剤の取り扱いについて

- (1) 支管を接合する際は、必ず指定された専用接合剤を使用する。
- (2) 接着剤、樹脂系接合剤は消防法の危険物に該当します。保管に当たっては法令及び市町村条例を遵守する。
- (3) 有機溶剤が含まれていますので、使用時の換気に注意する。

⚠注意 土のう袋を使用しての埋戻しについて

基礎工に土のう袋を使用した場合、管底部が隆起する局部変形が発生するので、必ず土のう袋は管軸に対して両側を切開してから埋戻しを行う。



⚠注意 残材、廃材の処分について

残材、廃材を現場焼却すると有害な塩化水素ガスが発生し、大変危険ですので残材、廃材を処分する場合は、指定の中間処理会社、リサイクル協力会社に持ち込む等、再利用に努める。

塩化ビニル管・継手協会

正会員名 旭有機材株式会社
(50音順) アロン化成株式会社
株式会社ヴァンテック
株式会社クボタケミックス
信越ポリマー株式会社
積水化学工業株式会社
タキロンシーアイ株式会社
東栄管機株式会社
日本プラスチック工業株式会社
前澤化成工業株式会社

事務局 〒107-0051 東京都港区元赤坂1-5-26 東部ビル3F
TEL.03(6438)9059 FAX.03(3470)4407
ホームページ:<http://www.rib-pipe.jp>

不許転載

平成 3年 6月 初 版
平成28年 5月 改訂12版

塩化ビニル管・継手協会
プラスチックリブパイプ
ガイドブック