

硬質塩化ビニル管の推進工法への適用 (VU管について)

● 管材編

高見 浩三

積水化学工業(株)
管工機材部門技術開発室
課長



1. はじめに

下水道整備もいよいよ第7次五箇年計画に突入し、面整備も本格化しつつある現在、下水道工事に於ける環境も多種多様化してきた。

その中でもとりわけ施工面と材料面の2つの観点に大きな変化をみている。

施工面については交通事情の悪化に伴ない工事の非開削化が急増してきたことや、専門技術者や労働力の不足から工事に於ける安全性の追求と同時に工事そのものに於ける自動化が要望されていることである。

一方、材料面についての大きな変化としては、下水道用管材としてプラスチックが台頭してきており、その中でも硬質塩化ビニル管は昭和59年を境に下水道管材発注延長でNO.1になってきたことである。

2. 硬質塩化ビニル管の特長

図-1に示すように硬質塩化ビニル管の採用は年々増加しているが、その背景の1つにこの管の有する特長が、現在の下水道管渠に求められる要件に合致していたことが挙げられる。

その硬質塩化ビニル管が有する特長の代表的なものとしては以下の4点である。

(1) 施工性

軽量である為、運搬および取り扱いが容易であることと接合が接着接合又はゴム輪接合である為、簡単・確実である。

(2) 水理性

管の内面は非常に滑らかであり、粗度係数が $n=0.010$ を有していることから、コンクリート管(粗度係数 $n=0.013$)と比べ一定の流量・流速の時に勾配を小さくすることが可能である。

又、同一勾配・同一流量の時は管径を約10%小さくすることも可能である。

(3) 水密性

下水道用硬質塩化ビニル管の水密性に関する評価は苛酷な条件を想定した

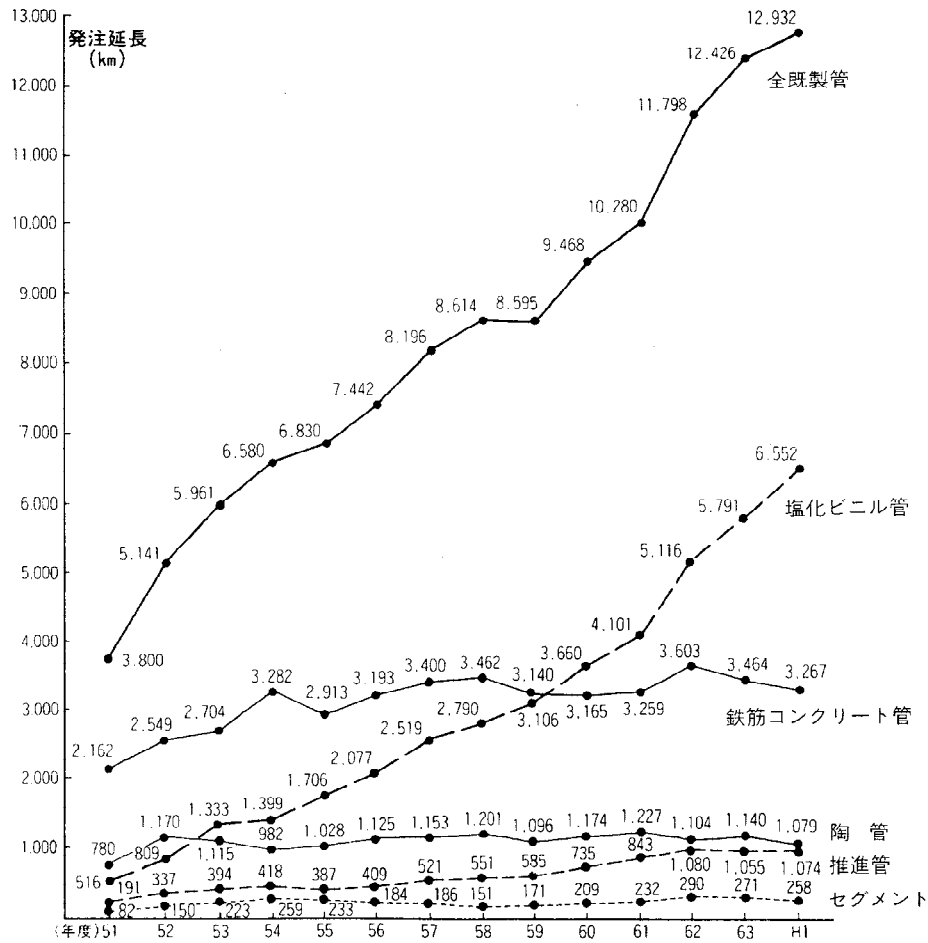
① 偏平曲げ水圧・負圧試験

② 偏心偏平水圧・負圧試験

等の試験で水圧 3.5kgf/cm^2 、負圧 0.8kgf/cm^2 をクリアーさせている。

(4) 耐食性

近年、下水管渠は酸性土壌等による外面からの腐食、排水に含まれる種々の薬品や排水から発生する硫化水素による内面からの腐食が深刻な問題となっている。これらの腐食に対する耐食性は



(出典：建設省平成元年度下水道工事用主要資材・工法・機器の発注動向調査)

図-1 下水道用管材の発注延長の推移

表-1 に示す如く優れた特性を示す。

このような特性が現在の硬質塩化ビニル管の立場を構築してきたものと考えている。

しかし、残念ながら推進工法分野に於いては強度を理由として適用されてこなかった。

3. 推進工法への適用と開発の経緯

硬質塩化ビニル管にはVU管(薄肉管)とVP(圧力管)の2種類がJIS規格化されているが、下水道用で用いられているのがVU管である。

このVU管の推進工法への適用は過去からも検討されていたが、コンクリート管に対して、軸方

向強度が小さいことから無理であると判断されていた。

つまり、従来の推進工法は管に直接荷重を負荷させる為、荷重媒介となる管材の軸方向に大きな荷重が負荷する為である。

従って、硬質塩化ビニル管で推進工法を可能にするには管厚をヒューム管と同じぐらいに設定すれば推進が可能となるが、到底経済ベースで採算性が得られるものではない。

このように過去から硬質塩化ビニル管は推進工法への適用に取り組んでいたが、管材だけの工夫

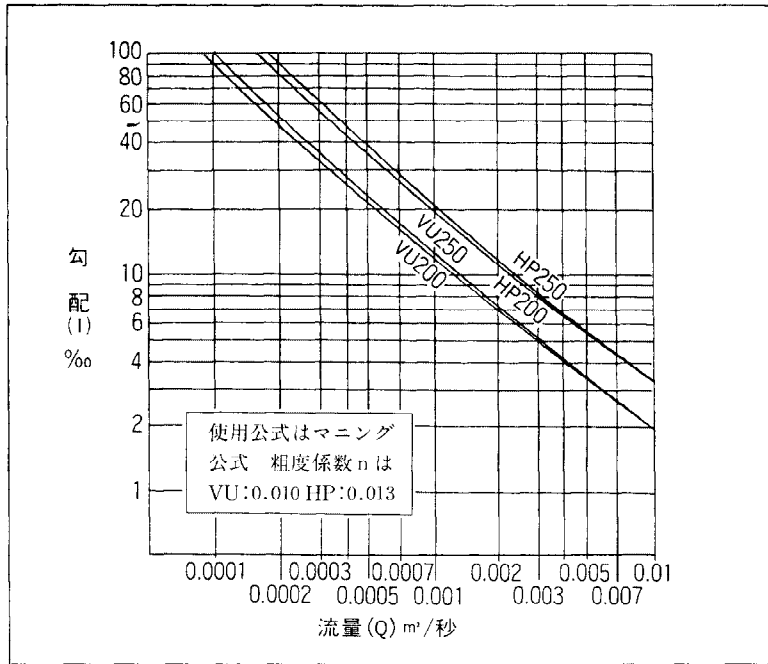


図-2 実流速 $V=0.6\text{m/s}$ を得るための勾配と流速

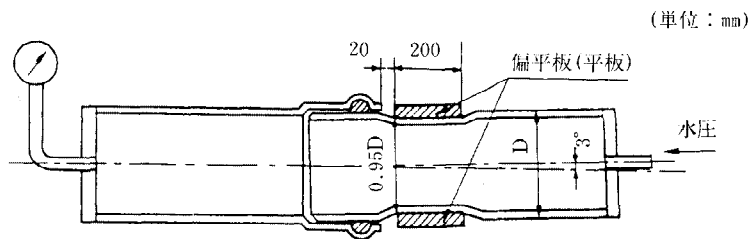


図-3 偏平曲げ試験

に委ねることは困難であると判断するとともに、推進管として適用するには下水道分野で広く用いられているVU管の展開が不可欠であることを再認識し、新たに機械メーカー、施工業者を加えた3位一体で開発に取り組んできた結果、エンベライナー工法で代表されるように、管に直接荷重を負荷させない低耐荷力推進工法の開発をみた。

従って、管に直接荷重を負荷させなければVU管の推進管も充分可能となり、硬質塩化ビニル管の推進工法への進出を図ってきたわけである。

4. 推進管(VU管)の仕様

VU管に於ける推進管の基本仕様は接着接合方

式を採用し、継手部には曲げに対して強度を保持したリップ付カラーを採用している。

尚、形状・寸法は図-4、表-2に示す通りである。

又、品種は呼び径200～300までの3サイズが規格化されているが、現在呼び径350以上についても規格化すべく評価中である。

5. 塩ビ推進管の機能と特性

塩ビ推進管の機能と特性については基本的には下水道用硬質塩化ビニル管に準じている。

(1) 品質性能

塩ビ推進管の基本性能を表-3に示す。

表-1 硬質塩化ビニル管の耐薬品性

薬品名	温度(℃)			薬品名	温度(℃)			薬品名	温度(℃)		
	20	40	60		20	40	60		20	40	60
酸				アルカリ							
塩酸 35%	◎	◎	◎	苛性ソーダ	◎	◎	◎	フェノール 6%	◎	○	×
硫酸 60%	◎	◎	◎	苛性カリ	◎	◎	◎	二硫化炭素	×		
“ 98%	○	△	×	アンモニア水	◎	◎	◎	アセトアルデヒド	◎		
硝酸 70%	◎	◎	○	石灰乳	◎	◎	◎	ガソリン	◎	◎	◎
“ 95%	×	×	×	塩基				石油	○	○	△
H ₂ SO ₄ :HNO ₃ の混酸				大概の金属の塩化物・ 硝酸塩・硫酸塩	◎	◎	◎	芳香族炭化水素	×		
50~40%:20~40%	◎	◎	○					グリセリン	◎	◎	◎
50%:50%	○	×	×	重クロム酸カリ	◎	◎	◎	油・脂肪	◎	◎	◎
CrO ₃ :H ₂ SO ₄ の混酸				過塩素酸カリ 1%	◎	◎	○	四エチル鉛	◎		
25%:20%	○	○	○	過マンガン酸カリ	◎	◎	◎	クレゾール水溶液 5%	◎	△	×
弗化水素 10%	○	○	○	二硫化ソーダ	◎	◎	△	ラッカーシンナー	×	×	
磷酸	◎	○	○	過酸化水素水 30%	◎	◎		ガス			
次亜塩素酸 10%	◎	◎	◎	有機薬品				塩素ガス乾性 100%	△	×	×
塩素水	◎	△		メチルクロライド 100%	×	×	×	“ 湿性 5%	△	×	×
シアン酸	◎	◎	◎	トリオール 100%	×	×	×	アンモニアその他	}	◎	◎
酢酸 95%未満	◎	◎	○	トリクロルエチレン 100%	×	×	×	多くの廃ガス		◎	◎
“ 95%以上	○	×	×	アセトン	×	×		天然ガス		◎	◎
ベンゼンスルホン酸	◎	◎	○	ケトン類	×			石灰ガス		○	○
ベンゾイックアシッド	◎	◎	◎	メチルアルコール	◎	○	△	その他			
蟻酸 50%	◎	◎	○	エチルエーテル	×			ボルドー液	◎	◎	◎
“ 100%	◎	○	×	エチルアルコール	◎	◎	○	石灰・硫黄合剤	◎	◎	◎
蔞酸	◎	◎	◎	ブタノール	◎	◎	○	漂白液	◎	◎	
乳酸	◎	◎	◎	アニリン	×	×		各種メッキ液	◎	◎	○
酪酸	◎			ベンゾール	×			写真感光乳剤	◎	◎	
クロール酢酸	◎	◎	○	四塩化炭素	×	×	×	写真現像液・定着剤	◎	◎	
オイレン酸	◎	◎	◎	クロロホルム	×	×		海水・塩水	◎	◎	◎
マイレン酸	◎	◎	○	酢酸エチル	×	×		醸造用水	◎	◎	◎
ピクリン酸	×	×	×	エチレンクロライド	×			醗酵アルコール	◎	○	
脂肪酸	◎	◎	◎	ホルマリン	◎	◎	○	澱粉糖溶液	◎	◎	◎
								木材防腐剤(クレゾート)	×		

摘要 ◎: 全く侵蝕されない。 ○: 侵蝕されないとみなせる。

△: 若干侵蝕されるが注意すれば使用可 ×: 使用不可

尚、基本性能とは別に、開発にあたっては塩ビ推進管(VU管)用リブカラーの性能を評価すべく、偏平試験、圧縮試験及び耐水圧試験を独自に規定し評価してきた。

その結果

① 偏平試験

カラー単体の試験では上部と下部が接触するま

で偏平させても割れることはなく、又、接合状態での5%偏平強度は原管以上の強度を有している。

② 圧縮試験

塩ビ推進管はカラーに推進力を直接負荷させないよう設計しているが、カラー単体の軸方向圧縮力は10tf以上有しており、50m相当の管表面と土

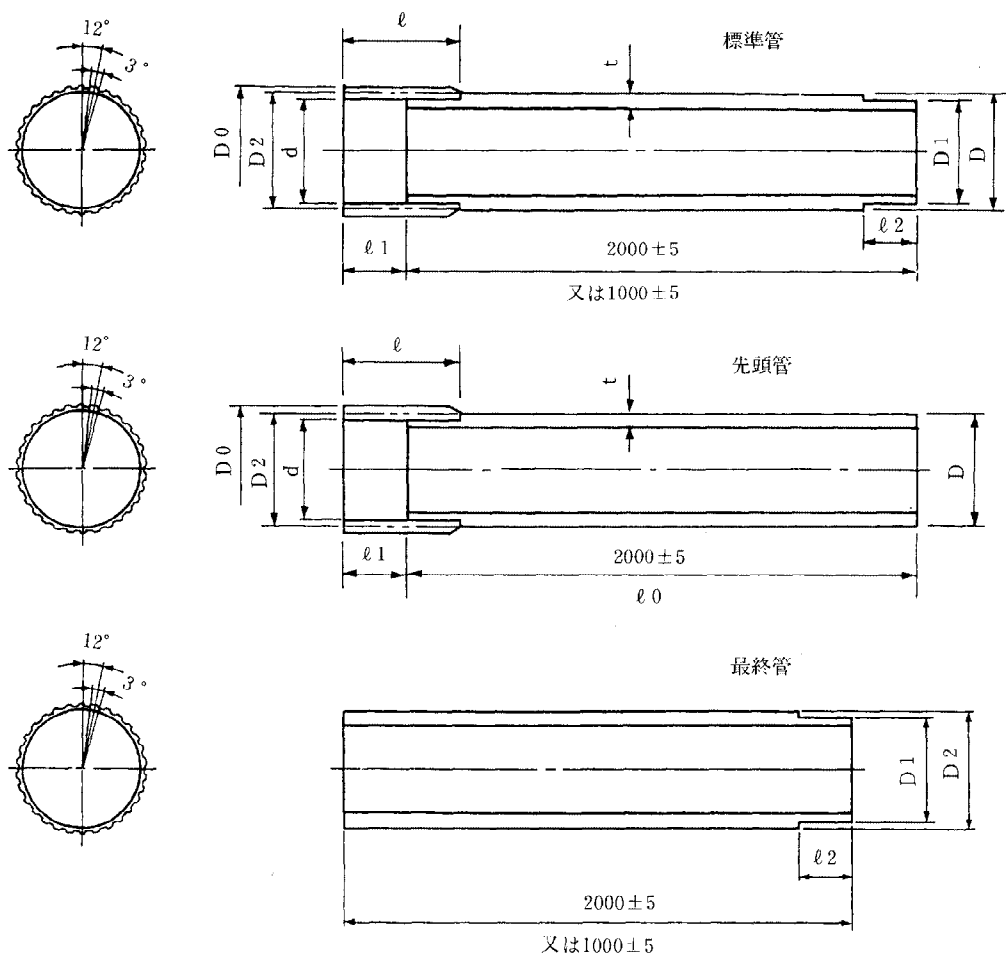


図-4 塩ビ推進管の形状

表-2 塩ビ推進管の規格

(単位: mm)

呼び径	D (平均)	D1 (平均)	D0 参考	D2 参考	d (平均)	ℓ	ℓ1 参考	ℓ2	t	ℓ0
200	216±0.7	210±0.7	222	218	211.4±0.6	230±5	115	115 ⁺⁵ ₋₀	6.5 ^{+1.0} ₋₀	1000±5
250	267±0.9	261±0.9	273	269	262.6±0.6	280±5	140	140 ⁺⁵ ₋₀	7.8 ^{+1.2} ₋₀	1000±5
300	318±1.0	310±1.0	326	319	311.8±0.7	330±5	165	165 ⁺⁵ ₋₀	9.2 ^{+1.4} ₋₀	1000±5

備考: 1. 平均とは、任意箇所における相互に等間隔な2方向以上の直径測定値の平均値又は円周測定値を円周率3.142で除した値をいう。

2. 先頭管とは、先導管に接続する管で、それ以外は標準管を用いる。

表-3 管の性能

試験の種類	性 能				適 用
引 張 試 験	480kgf/cm ² (4.71KN/cm ²)以上				
偏 平 試 験	呼び径	圧縮量 (mm)	線荷重(kgf/m(KN/m))		直管部のみ
			V U	V P	
	200	11	430(4.22)以上	1830(17.95)以上	
	250	13	470(4.61)以上	2150(21.08)以上	
	300	16	560(5.49)以上	2630(25.79)以上	
負 圧 試 験	0.8kgf/cm ² (0.078MPa)の負圧に耐えること				接合部のみ
浸 漬 試 験	各試験液とも±0.20mg/cm ² 以下				
ピカット軟化 温 度 試 験	76℃以上				

注) 引張強さは、試験時の温度を20℃に補正した値とする。

表-4 管の許容耐荷力

呼 び 目 管 種 径	寸 法 諸 元		切削部断面積 (cm ²)	(A)	(B)	$\frac{A}{B}$
	切削部外径 (cm)	切削部管厚 (cm)		計 算 耐 荷 力 (tf)	許 容 耐 荷 力 (tf)	
リ付 ブ直 カ管 ラ	200	21.0	0.40	25.887	12.9	1.2
	250	26.1	0.54	43.362	21.7	"
	300	31.0	0.59	57.849	28.9	"

の摩擦力以上に設計されている。

③ 耐水压試験

接合部の性能を評価する為に管差し口を5%扁平させ更に最大3°曲げた状態で3.5kgf/cm²の水圧と0.8kgf/cm²の負圧を作用させたが異常は認められない。

等の性能を有している。

(2) 塩ビ推進管の許容耐荷力

塩ビ推進管の許容耐荷力は表-4に示す通りであるが、推進中に発生する摩擦抵抗力は最大でも5t以下に推移している。

(3) 塩ビ推進管の適用範囲

① 適用土質

リブ付直管の適用範囲は粘質土・ローム質土・有機質土・シルト質土の他湧水が多い粗砂質土に適用可能としている。

② 埋設範囲

塩ビ推進管の埋設適用範囲は表-5に代表例を示すように設計上、埋設深1.5m~6.0mの範囲で運用している。

しかし、深埋設に於いての挙動については不安視される場合があるが、図-5に示すように土被り6.0mで施工された管路実態はVU管にも関わらずたわみ率1%以下で推移しており、開削工法に比べ、アーチアクション効果が充分得られていることが検証されている。

(4) 塩ビ推進管の特性

塩ビ推進管の特性は、基本的には現在、下水道分野で用いられている管と同じものである為、特性もまったく同等である。

6. 推進作業等に於ける取扱い上の注意点

塩ビ推進管の仕様、性能については述べてきた通りであるが、施工に際して、注意すべき点がい

表-5 埋設強度計算(例)

土 質：砂混じりシルト($\phi=15^\circ$ 、 $C=1.0\text{tf/m}^2$ 、 $R=0.20\text{tf/m}^2$)

呼び径	土被り H (m)	等 分 布 荷 重 (tf/m^2)			曲げ応力 σ_a (tf/m^2)	たわみ率 V (%)	推 進 力 F	
		W	P	$q=W+P$			1 m 当り (tf)	50 m 当り (tf)
V U 200	1.5	0	2.727	2.727	1002.9	3.25	0.136	6.8
	2.0	0	2.009	2.009	738.6	2.39		
	3.0	0	1.267	1.267	465.9	1.51		
	4.0	0	0.887	0.887	326.1	1.06		
	5.0	0	0.656	0.656	241.2	0.78		
	6.0	0	0.501	0.501	184.1	0.60		
V U 250	1.5	0	2.727	2.727	1066.2	3.56	0.168	8.4
	2.0	0	2.009	2.009	785.3	2.62		
	3.0	0	1.267	1.267	495.3	1.65		
	4.0	0	0.887	0.887	346.7	1.16		
	5.0	0	0.656	0.656	256.5	0.86		
	6.0	0	0.501	0.501	195.8	0.65		
V U 300	1.5	0	2.727	2.727	1089.6	3.68	0.200	10.0
	2.0	0	2.009	2.009	802.5	2.71		
	3.0	0	1.267	1.267	506.1	1.71		
	4.0	0	0.887	0.887	354.3	1.20		
	5.0	0	0.656	0.656	262.1	0.88		
	6.0	0	0.501	0.501	200.1	0.68		

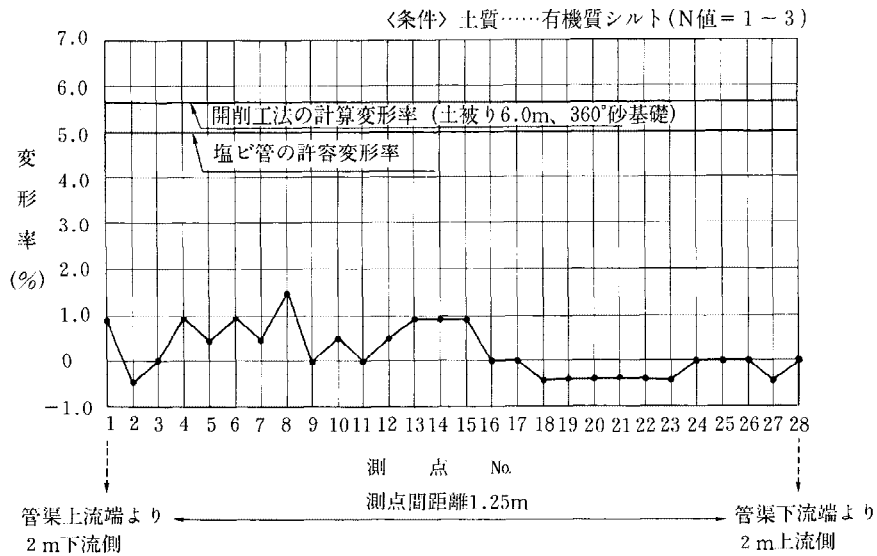


図-5 VU200管渠の変形量測定結果

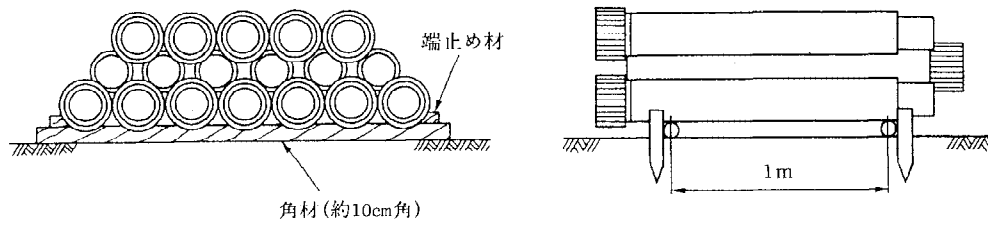


図-6 管の保管

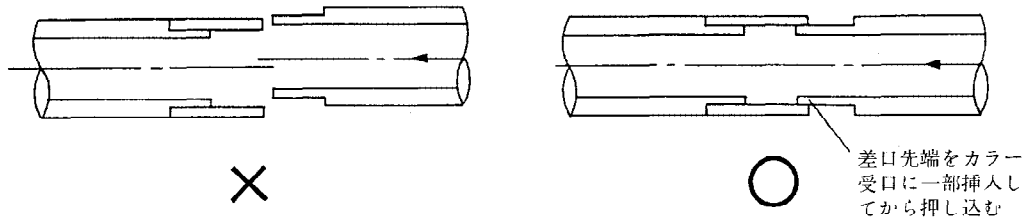


図-7 管の挿入

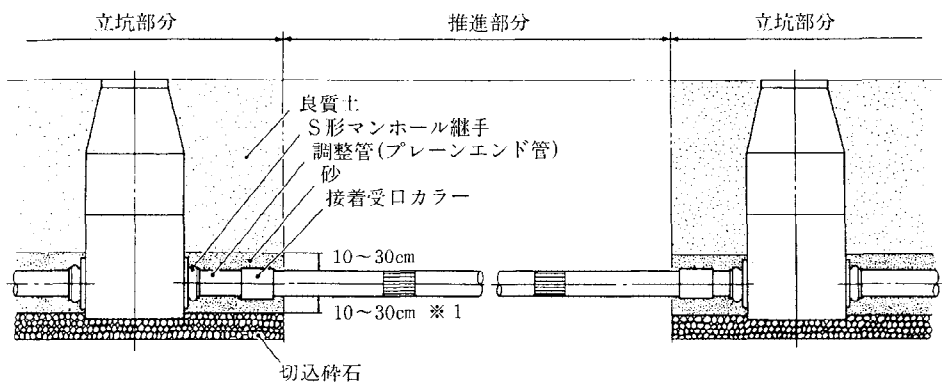


図-8 標準配管例(その1)

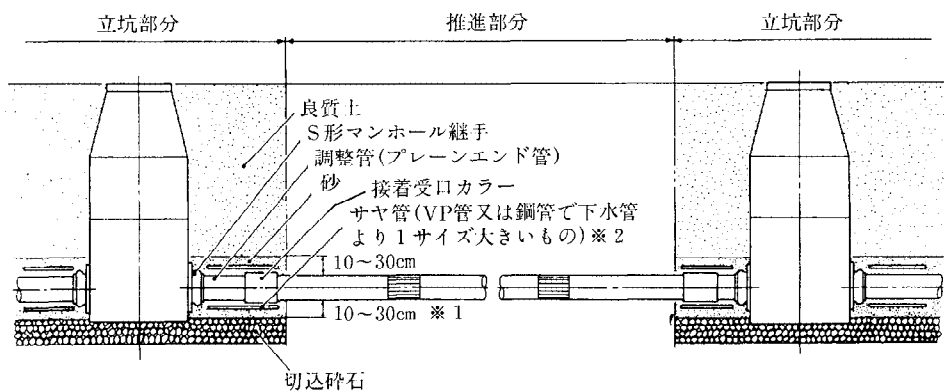


図-9 標準配管例(その2)

くつかある。これは推進管だけのことではなく、硬質塩化ビニル管全般に関わる点であり、標準施工としても規定している為、以下に紹介する。

(1) 運搬

推進用硬質塩化ビニル管は、軽量で取扱いが容易であるが、積み降ろしに際しては管を放り投げたり衝撃を与えてはならない。

小運搬のときは、管を滑らせたり引きずってはならない。特に、肩に担いで運搬し、管を降ろすときは肩から滑り落とさないようにする。

荷台に管を積み込む場合は、ロープなどで適切に固定し、荷台の角に直接当たらないようにクッション材で保護する。

(2) 保管

保管場所は原則として屋内とし、止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、不透明シートをかけ直射日光を避けると共に、熱気がこもらないように風通しのよい状態に保つ。又、平坦な場所を選び、約10cm角の枕木を約1mの間隔で置き、不陸が生じないように管を静置する。

接着形リブカラー付直管の場合は、受口と差口を交互に千鳥積みにする。

(3) 接合

① 接合部をきれいに清掃する。

接着受口及び差口をウエスで拭き、油・水・砂・泥等をとる。

② 接着剤を均一に塗る。

受口及び差口の挿入部分全体に接着剤を刷毛で薄く均一に塗布する。

(接着剤が管内面に留ることがないように受口は少な目に、差口はやや多目に塗布する。)

表-6 接着接合1箇所当りの接着剤使用量(参考)

呼び径	200	250	300
使用量(g)	55	90	125

(注)

i 塗布面に油・水・砂等があると、接着効果が殆どなくなるので注意が必要である。

ii 接着剤による事故防止の為に、硬質塩化ビニル管用接着剤を使用する。

③ 挿入は素早く正確に行う。

接着剤塗布後、管軸を合わせ素早く所定の位置まで差込み、そのまましばらく保持する。(保持時間は、取付管で夏期30秒以上、冬期1分以上、本管で夏期1～5分、冬期3～15分程度とする。)

(注)

i 管軸が合っていない状態で管を挿入すると、カラーや管を損傷させることがある。

④ 接着剤を拭きとる。

はみ出した接着剤は、ウエスで拭き取る。

⑤ 無理な力を加えない。

接合直後、管の上に乗るなどして無理に曲げたりすると、接合部に抜け出しなどが起こる場合があるので注意をする。

(4) 配管及び空伏せ部分の施工

空伏せ部分の施工にあたっては特に注意を要する為、図-8、図-9にその標準配管例を示す。

7. おわりに

以上、硬質塩化ビニル管の推進工法への適用について述べてきたが、硬質塩化ビニル管としては今ようやく推進工法の分野に参入したばかりである。

今後、解明しなければならない課題として、口径の拡大、適用範囲の拡大、継手構造の追求及び公的規格の取得等々いくつかのステップが必要であると考えている。

しかし、エンパイライナー工法が登場したことにより、現在下水道分野に求められる要件を有した硬質塩化ビニル管(VU管)が推進管として展開されたことだけでも大きな一歩であると考えている。

現在、推進工法は日進月歩の如く新工法が登場しているが、下水道管渠からみた場合、1手段であることは言うまでもない。

しかし、この手段と材料がいかに協調していくかによって、今後の塩ビ推進管の新たな展開が期待できるものであると確信している。

