

「管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン-2017年版-」 の改定に伴う対応準備について

趣 旨

本会では、「管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン-2017年版-」の改定を目的として、令和2年9月に学識経験者や地方公共団体職員等で構成する「管路更生工法検討調査専門委員会」を再開し、改定作業を進めてきました。

現在、委員会における検討・審議を終え、発刊に向けた作業を進めています。改定するガイドラインの内容には、管きよ更生の要求性能と試験方法の変更が含まれており、長期の試験期間を要する場合も生じることから、当該変更内容を発刊に先んじてお知らせします。その他の変更内容については発刊予定のガイドラインにてご確認ください。関係者におかれましては、今後の事業実施に必要な準備等を進めるようお願いいたします。

1. ガイドライン改定に伴う要求性能と試験方法等の変更

平成26年7月に制定されたJIS A7511「下水道用プラスチック製管きよ更生工法」や関連するISO規格をもとに、管きよ更生の要求性能とそれを評価する試験方法について別紙1のとおり改定した。主な変更点は以下のとおり。

<自立管（反転・形成工法）>

- ・現場硬化管の短期曲げ強さの評価基準から、第一破壊時の曲げ応力及び曲げひずみを削除した。
- ・密着管の耐久性能に熱安定性を加え、材料に応じた試験を行い、規定の性能を確保する。
- ・JIS K 7171（プラスチック-曲げ特性の求め方）は、最新年版である2022年版（改定前：2008年版）に基づく試験方法とする。

<複合管>

- ・耐荷性能の確認において、既設管の形状に応じた破壊荷重試験を行う。
- ・耐荷性能に補強材の引張降伏強さ・ヤング率を加え、使用材料に応じた試験に基づき、必要な強度を確認する。
- ・耐久性能に熱安定性を加え、表面部材の材料に応じた試験を行い、規定の性能を確保する。

<自立管（反転・形成工法）における試験片の規定>

- ・自立管（反転・形成工法）の要求性能に関する評価・試験方法において、要求性能に応じて試験片の向きを規定することとした（別紙2）。

2. 今後の予定

改定するガイドラインは、「管路施設更生工法における設計・施工管理ガイドライン-2026年版-」として、令和8年度上半期を目途に発刊の予定。

3. 参考資料

参考資料1. 熱硬化タイプ、光硬化タイプに関する耐薬品性試験方法について

参考資料2. 管きよ更生工法の要求性能に関する評価・試験方法（自立管）（抜粋）

参考資料3. 管きよ更生工法の要求性能に関する評価・試験方法（複合管）（抜粋）

表 1 管きょ更生工法の評価項目と要求性能（自立管：反転・形成工法）

要求性能		評価項目		種別		評価基準		試験方法	
耐荷性能	作用する外力に対して必要な強度を保有すること	偏平強さ		全て		新管と同等以上	偏平強さ（基準たわみ量時の線荷重）	JSWAS K-1	
		曲げ強さ	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	[最大荷重時の曲げ応力度] 申告値以上		JIS K 7171	
				現場硬化管	ガラス繊維無し			JIS K 7171	
			長期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上 ^{*1}	(申告値＝短期曲げ強さ[最大荷重時の曲げ応力度]申告値÷安全率)		JIS K 7116（水中，1,000時間）
				現場硬化管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上 ^{*1}			JIS K 7115 又は JIS K 7116（水中，1,000時間）
		現場硬化管	ガラス繊維有り	申告値以上 ^{*1}			JIS K 7039（水中，10,000時間）		
			ガラス繊維無し	申告値以上 ^{*1}	(申告値＝短期曲げ強さ[最大荷重時の曲げ応力度]申告値÷安全率)		JIS K 7116（水中，10,000時間，試験片の数25以上）		
		曲げ弾性率	長期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上 ^{*1}		JIS K 7116（水中，1,000時間）	
				現場硬化管	高密度ポリエチレン樹脂				
				現場硬化管	ガラス繊維有り	申告値以上 ^{*1}			JIS K 7035（水中，10,000時間）
現場硬化管	ガラス繊維無し	申告値以上 ^{*1}	(ただし300MPa以上)		JIS A 7511 附属書D（水中，10,000時間）				
耐久性能	下水や混在物，使用時に発生する硫化水素等に抗することができ，各性能を持続することができること	耐薬品性		密着管	質量変化度±0.2mg/cm ² 以内		JSWAS K-1 又は JSWAS K-14， JSWAS K-19		
				現場硬化管	表 1-4 耐薬品性試験方法に示す判定基準		浸漬後曲げ試験（表 1-4 耐薬品性試験方法）		
		耐摩耗性		密着管	硬質塩化ビニル管（新管）と同等程度		JIS K 7204 又は JIS A 1452 等		
				現場硬化管					
		耐ストレイン コロージョン性		現場硬化管	ガラス繊維有り	50年後の最小外挿破壊ひずみ≥0.45%		JIS K 7034	
		熱安定性		密着管	高密度ポリエチレン樹脂	加熱伸縮率3%以下		JIS K 6814	
					硬質塩化ビニル樹脂	ピカット軟化温度55℃以上		JIS K 6816（B50法）	
		作用する内圧及び外水圧に抗することができ，漏水及び浸入水が生じない構造を保有すること		水密性		密着管	内外水圧0.1MPaで漏水がないこと（3分間保持）		JSWAS K-2
				現場硬化管					
耐震性能	施設の重要度に応じて次の性能を有していること	曲げ強さ	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	[最大荷重時の曲げ応力度] 申告値以上		JIS K 7171 又は JIS K 7017	
				現場硬化管	硬質塩化ビニル樹脂				
				現場硬化管					
	曲げ弾性率	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上		JIS K 7171		
			現場硬化管	硬質塩化ビニル樹脂			(試験速度2mm/min)		JIS K 7171
	現場硬化管	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上（ただし1500MPa以上）		JIS K 7161		
				現場硬化管	硬質塩化ビニル樹脂	申告値以上（ただし20MPa以上）		JIS K 7161	
引張強さ	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上（ただし15MPa以上）		JIS K 7161			
			現場硬化管	硬質塩化ビニル樹脂	申告値以上（ただし15MPa以上）		ISO 8513(A) 又は (B) 又は JIS K 7161		

要求性能		評価項目		種別		評価基準	試験方法
耐震性能	施設の重要度に応じて次の性能を有していること	引張弾性率	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上	JIS K 7161
					硬質塩化ビニル樹脂	申告値以上 (ただし 1.2GPa 以上)	
				現場硬化管		申告値以上	
	L1地震動に対して耐震性能1を保持 (設計流下能力を確保)	引張伸び率	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	350% 以上	JIS K 6815-3
					硬質塩化ビニル樹脂	70% 以上	JIS K 7161
				現場硬化管		申告値以上 (ただし 0.5%以上)	ISO 8513(A) 又は (B) 又は JIS K 7161
	L2地震動に対して耐震性能2を保持 (流下機能を確保)	圧縮強さ	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上	JIS K 7181
					硬質塩化ビニル樹脂		
		現場硬化管					
	圧縮弾性率	短期	密着管	高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上	JIS K 7181	
				硬質塩化ビニル樹脂			
			現場硬化管				
水理性能	計画下水量を支障なく流下させる断面と材料を保持すること	粗度係数	全て		原則として 0.010 以下	粗度係数確認試験	
	成形後収縮性	申告値以下			成形後の軸・周方向収縮性試験		
環境安全性能	一般に要求される騒音・振動・大気汚染の各対策に加えて臭気対策, 防爆対策等の工法の特性に応じた安全性能を有すること	粉じん対策	全て		大気汚染防止法等の関連法及び条例を遵守	施工計画書等で確認	
		臭気対策			悪臭防止法等の関連法及び条例を遵守	施工計画書等で確認	
		騒音・振動対策			騒音規制法及び振動規制法等の関連法及び条例を遵守	施工計画書等で確認	
		防爆性			引火・爆発性を有する溶媒等を使用する材料の場合, 施工中に爆発等事故が発生しないこと	技術的な裏付けを技術検討書等で確認	
		その他 (温水対策等)			地方公共団体の条例等を遵守	施工計画書等で確認	
施工時の適合性	既設管きよの内面状況, 延長, 管種, 断面形状に対して施工可能であること	適用許容範囲 (段差・ずれ・曲がり・継手すき間)	全て		現場条件に適用可能 (既設管きよの内面状況)	技術保有者の資料又は審査証明等の資料で確認	
		施工可能延長			現場条件に適用可能 (施工延長)		
		適用管種・管断面			現場条件に適用可能 (適用管種・管断面)		

※1 試験結果に基づく 50 年後の推定値が申告値 (設計値) を上回ることを

表2 管きよ更生工法の評価項目と要求性能（複合管）

要求性能		評価項目		種別	評価基準	試験方法	備考
耐荷性能	作用する外力に対して必要な強度を保有すること	複合管断面の破壊強度・外圧強さ		全て	申告値以上又は新管と同等以上	既設管きよの劣化状態等を反映し、限界状態設計法により終局耐力を評価 【円形更生管】鉄筋コンクリート管（新管）を破壊状態まで載荷後更生し、JSWAS A-1による破壊荷重試験を実施 【矩形更生管】鉄筋コンクリート製ボックスカルバート（新管）を破壊状態まで載荷後更生し、JSWAS A-12による破壊荷重試験を実施	
		充填材圧縮強度		全て	申告値以上	JSCE-G 521 又は JSCE-G 505 等	
		充填材ヤング率		全て	申告値以上	JIS A 1149	
		材補強	引張降伏強さ ヤング率	全て	申告値以上	使用材料の適応規格	更生管きよの構造計算に必要な ない場合は不要
耐久性能	作用する外力に対して断面の変形を抑制し、形状及び水密性を維持すること	リング剛性		ら旋巻管	申告値以上（ただし0.5kPa以上）	ISO 9969	更生管きよの構造計算に必要な ない場合は不要
		クリープ比（50年値）		ら旋巻管	申告値以上（ただし2.5以内）	ISO 9967	更生管きよの構造計算に必要な ない場合は不要
		接合部引張強さ		ら旋巻管	申告値以上	JIS A 7511 附属書 JB	試験は各工法で必要とされる方向で行う
		接合部の接合強さ		組立管	申告値以上	JIS A 7511 附属書 JB	
	下水や混在物、使用時に発生する硫化水素等に抗することができ、各性能を持続することができること	耐薬品性		高密度ポリエチレン樹脂	質量変化度±0.2mg/cm ² 以内	JSWAS K-14	
				硬質塩化ビニル樹脂	質量変化度±0.2mg/cm ² 以内	JSWAS K-1	
		耐摩耗性		全て	硬質塩化ビニル管（新管）と同等程度	JIS K 7204 又は JIS A 1452 等	
		一体性		全て	既設管きよと充填材が界面剥離しないこと	JIS A 1171 に準じる	
		熱安定性（表面部材）		高密度ポリエチレン樹脂	申告値以上（ただし100℃以上）	JIS K 7206（A50法）	
				硬質塩化ビニル樹脂	申告値以上（ただし75℃以上）	JIS K 7206（B50法）	
作用する内圧及び外水圧に抗することができ、漏水及び浸入水が生じない構造を保有すること	水密性		全て	内外水圧0.1MPaで漏水がないこと（3分間保持）	JIS A 7511 附属書 JB		

要求性能		評価項目	種別	評価基準	試験方法	備考
耐震性能	施設の重要度に応じて次の性能を有していること L1地震動に対して耐震性能1を保持（設計流下能力を確保） L2地震動に対して耐震性能2を保持（流下機能を確保）	水密性	全て	継手部の屈曲角と抜け出し量が許容値以内	「下水道施設の耐震対策指針と解説」における「差し込み継手管きょ」「ボックスカルバート」等の考え方を勘案し、性能照査を行う	耐震計算により継手部の照査が困難な場合は、耐震実験による表面部材等の継手部の照査を行う
				（接合部が外れず、かつ、水密性を保っている）		
水理性能	計画下水量を支障なく流下させる断面と材料を保持すること	粗度係数	全て	原則として0.010以下	粗度係数確認試験	
環境安全性能	一般に要求される騒音・振動・大気汚染の各対策に加えて臭気対策、防爆対策等の工法の特性に応じた安全性能を有すること	粉じん（塵）対策	全て	大気汚染防止法等の関連法及び条例を遵守	施工計画書等で確認	
		臭気対策		悪臭防止法等の関連法及び条例を遵守	施工計画書等で確認	
		騒音・振動対策		騒音規制法及び振動規制法等の関連法及び条例を遵守	施工計画書等で確認	
		その他（排水対策等）		地方公共団体の条例等を遵守	施工計画書等で確認	
施工時の適合性	既設管きょの内面状況、延長、管種、断面形状に対して施工可能であること	適用許容範囲（段差・ずれ・曲がり・継手すき間）	全て	現場条件に適用可能（既設管きょの内面状況）	技術保有者の資料又は審査証明等の資料で確認	
		施工可能延長		現場条件に適用可能（施工延長）		
		適用管種・管断面		現場条件に適用可能（適用管種・管断面）		

反転・形成工法における試験片の向き

試験項目			熱形成タイプ (密着管)		熱硬化タイプ、光硬化タイプ (現場硬化管)				試験目的	
					ガラス繊維有り		ガラス繊維無し			
			試験片 向き / 形状	試験方法	試験片 向き / 形状	試験方法	試験片 向き / 形状	試験方法		
耐荷性能	曲げ強さ	短期	周方向 平板/円弧	JIS K 7171	-	-	周方向 平板/円弧	JIS K 7171	常時計算：「曲げ強度による自立管厚の算定」で使用する長期曲げ強さ σ の設定に使用	
		長期	周方向 平板/円弧	JIS K 7115 JIS K 7116	リング	JIS K 7039	周方向 平板/円弧	JIS K 7116		常時計算：「曲げ強度による自立管厚の算定」に使用
	曲げ弾性率	長期	周方向 平板/円弧	JIS K 7116	リング	JIS K 7035	周方向 平板/円弧	JIS A 7511 附属書D	現場硬化管（ガラス繊維無し）：300MPa以上の確認 常時計算：「たわみ率による自立管厚の算定」で使用する曲げ弾性係数 E の設定に使用	
		短期	管軸 平板/円弧	JIS K 7171	管軸 平板/円弧	JIS K 7171	管軸 平板/円弧	JIS K 7171	耐震計算：「地盤の液化に伴う地盤沈下による曲げ応力度の検討」（レベル2）に使用	
申告値の 確認時	耐震性能	曲げ弾性率	短期	管軸 平板/円弧	JIS K 7171	管軸 平板/円弧	JIS K 7171	JIS K 7171	耐震計算：「自立管本体の軸方向断面に対する照査（応力度）」（レベル1・2）で使用する曲げ応力度 σB の算定に使用 耐震計算：「地盤の液化に伴う地盤沈下による応力度の検討」（レベル2）で使用する地盤沈下により発生する曲げ応力度 σ の算定に使用 現場硬化管：1500MPa以上の確認	
			短期	管軸 平板/円弧	JIS K 7161	管軸 平板/円弧	ISO 8513(A) 又は(B) JIS K 7161	管軸 平板/円弧	ISO 8513(A) 又は(B) JIS K 7161	密着管-PE：15MPa以上、密着管-VU：20MPa以上、現場硬化管：15MPa以上の確認 耐震計算：「自立管本体の軸方向断面に対する照査（応力度）」（レベル1・2）に使用 L1： $\sigma 1$ の設定、L2：そのまま使用
	引張強さ	短期	管軸 平板/円弧	JIS K 7161	管軸 平板/円弧	ISO 8513(A) 又は(B) JIS K 7161	管軸 平板/円弧	ISO 8513(A) 又は(B) JIS K 7161	密着管-PE：350%以上、密着管-VU：70%以上、現場硬化管：0.5%以上の確認	
			管軸 平板/円弧	JIS K 7161	管軸 平板/円弧	JIS K 7161	管軸 平板/円弧	JIS K 7161	耐震計算：「自立管本体の軸方向断面に対する照査（応力度）」（レベル1・2）で使用する軸方向応力度 σL の算定に使用	
	引張伸び率	短期	管軸 平板/円弧	JIS K 6815-3 JIS K 7161	管軸 平板/円弧	ISO 8513(A) 又は(B) JIS K 7161	管軸 平板/円弧	ISO 8513(A) 又は(B) JIS K 7161	耐震計算：「地盤の液化に伴う地盤沈下による圧縮応力度の検討」（レベル2）に使用	
			管軸 平板/円弧	JIS K 7181	管軸 平板/円弧	JIS K 7181	管軸 平板/円弧	JIS K 7181	耐震計算：「地盤の液化に伴う側方流動によるマンホール抜出し量 δ 」（レベル2）の算定に使用	
	耐薬品性	曲げ強さ	長期	浸漬試験	JSWAS K-1 JSWAS K-14	周方向	JIS K 7171	周方向	JIS K 7171	耐薬品性確認
						平板/円弧	JIS K 7171	周方向	JIS K 7171	耐薬品性確認

試験片の向き： 管軸、周方向は、照査内容に従い規定（JIS A 7511 参考）
 曲げ強さ、曲げ弾性率を求める試験では、異方性（長さ方向と幅方向とで曲げ特性に著しい差（>20%））の有無を確認し、適切な向きに設定すること
 試験片の形状： 平板/円弧としている試験項目は、試験値が円弧<平板の傾向になることに留意し設定すること
JIS K 7171： 本改定で試験方法が変わる試験(ガラス繊維有りの現場硬化管の曲げ試験)

参考資料 1. 熱硬化タイプ、光硬化タイプに関する 耐薬品性試験方法について

1. 浸漬後曲げ試験 要求性能…………… 参 1-4
2. 浸漬後曲げ試験 曲げ弾性率測定試験方法…………… 参 1-5
3. 浸漬後曲げ試験 曲げ強さ測定試験方法…………… 参 1-8
4. 浸漬後曲げ試験 曲げ弾性率測定試験における注意点…… 参 1-11
5. 浸漬後曲げ試験 長期曲げ弾性率（50 年後）の推定の手順…… 参 1-14
6. 管きよ更生工法の耐薬品性評価のための曲げ弾性率測定試験方法
[しゅん工時]…………… 参 1-16

自立管更生工法の熱硬化タイプ, 光硬化タイプの耐薬品性試験は, 試験液浸漬前後の曲げ強さ及び曲げ弾性率を比較し, 耐荷能力に対する影響を直接的に評価するものである。

次ページ以降に, 新たな耐薬品性試験に対する要求性能, 曲げ強さ, 曲げ弾性率の測定試験方法及び長期曲げ弾性率 (50 年後) の推定手順を示す。

1. 浸漬後曲げ試験 要求性能

1.1 基本試験

浸漬させる試験液：8種^{注2}

温度：23℃

期間：28日

【試験液浸漬28日後の曲げ強さ保持率及び曲げ弾性率保持率80%以上】

1.2 常温試験

浸漬させる試験液：2種^{注3}

温度：23℃

期間：6ヶ月，1年

【試験液浸漬1年後の曲げ弾性率保持率70%以上】

1.3 促進試験

浸漬させる試験液：2種^{注3}

温度：60℃

期間：28日，6ヶ月，1年

【試験液浸漬28日後の曲げ弾性率保持率70%以上】

1.4 長期曲げ弾性率を推定

【50年後の長期曲げ弾性率が設計値（換算値）を下回らない】

注1：浸漬後曲げ試験では試験片の端面保護コーティングは行わない

注2：蒸留水，10%硫酸，10%硝酸，1%水酸化ナトリウム水溶液，0.1%合成洗剤，
5%次亜塩素酸ナトリウム溶液，5%酢酸，植物油

注3：10%硫酸及び1%水酸化ナトリウム水溶液

2. 浸漬後曲げ試験 曲げ弾性率測定試験方法

2.1 適用範囲

2.1.1 この規格は、試験液に浸漬させた試験片を用いて曲げ弾性率を測定する際の手順について規定する。

2.1.2 この試験方法は、次に示す工法に適用する。

- － 現場硬化管による更生工法(熱硬化性、光硬化性)

2.2 引用規格

次に挙げる指針及び規格は、この規格に引用されることによって、この規格の一部を構成する。

- － 管路施設更生工法の設計・施工管理に関するガイドライン
- － JIS K 7171 : 2022 プラスチックー曲げ特性の求め方

注記 対応国際規格 : ISO 178 : 2019 Plastics — Determination of flexural properties (IDT)

2.3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

2.3.1 試験液

試験片を浸漬させる8種類の試験液をいう。種類は次の通り。

蒸留水、10%硫酸、10%硝酸、1%水酸化ナトリウム水溶液、5%酢酸、0.1%食器用洗剤水溶液、5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液、植物油

注記 各試験液は規定の濃度を下回らないこと。

2.3.2 試験液浸漬

試験片を試験液に一定期間浸漬させる作業をいう。

2.3.3 曲げ弾性率

JIS K 7171 : 2022 により測定した曲げ弾性率をいう。

2.3.4 曲げ弾性率保持率

同一試験片の試験液浸漬前の曲げ弾性率に対する試験液浸漬後の曲げ弾性率の割合をいう。

2.4 原理

特定の試験液に浸漬させた試験片を用い、JIS K 7171 によって曲げ弾性率を測定する。

2.5 装置

2.5.1 試験機

JIS K 7171 に規定する要求事項によって曲げ弾性率を測定する機器とする。

2.6 試験片

2.6.1 形状及び寸法

試験片の寸法は、JIS K 7171 の表 3 に規定する試験片とする。

注記 試験片の端面保護コーティングは行わないこと。

2.6.2 試験液浸漬

- a) 23±2℃の環境下で試験片を各試験液に浸漬させる。

注記 試験液浸漬に用いる容器は、耐薬品性を有する容器を用いる。また、試験液の濃度変化を極力抑えるために、密閉できる容器であること。

- b) 浸漬期間は28日、6ヶ月、1年とする。

注記 1回/月の間隔で各試験液の濃度確認を行い、濃度が規定以下になっている場合は試験液を更新する。

- c) 曲げ弾性率の測定に移る際、表 参 1-2-1 に沿って試験片の表面に付着した試験液を取り除く。

表 参 1-2-1 試験片の表面に付着した試験液の取り除き方

浸漬させる試験液	取り除き方
蒸留水又はイオン交換水	流水で洗浄した後、表面に水分が残らないように拭き取る。
10%硫酸	
10%硝酸	
1%水酸化ナトリウム水溶液	
5%酢酸	
0.1%食器用洗剤水溶液	
5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液	
植物油	中性洗剤で表面の油を洗い流した後、水分が残らないように拭き取る。

注記 1 0.1%食器用洗剤水溶液は、市販の食器用洗剤をその濃縮率に関わらず、1/1000倍に希釈して用いてよい。

注記 2 流水で洗浄する薬品の中には、劇物も含まれているため、試験片をピンセット等で掴んだ状態で洗浄する必要がある。この場合、掴んだ部分の試験液も取り除くために、試験片を2、3回掴み直して洗浄し、確実に試験液を取り除く。

注記 3 水分を拭き取る際に紙ウエス(キムワイプ等)を用いる場合は、2、3枚交換し表面の水分を確実に拭き取る。

2.6.3 試験片の数量

試験片の数量は、試験液浸漬の条件別に以下の通り設定する。

- a) 23±2℃の試験液に浸漬させる試験片の数量は表 参 1-2-2 の通り。

表 参 1-2-2 浸漬期間別の試験片の数量 単位 本

試験液	浸漬期間		
	28 日	6 ヶ月	1 年
蒸留水又はイオン交換水	5	—	—
10%硫酸	5	3	3
10%硝酸	5	—	—
1%水酸化ナトリウム水溶液	5	3	3
5%酢酸	5	—	—
0.1%食器用洗剤水溶液	5	—	—
5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液	5	—	—
植物油	5	—	—

a) 60±2℃の試験液に浸漬させる試験片の数量は表 参 1-2-3 の通り。

表 参 1-2-3 浸漬期間別の試験片の数量 単位 本

試験液	浸漬期間		
	28 日	6 ヶ月	1 年
10%硫酸	3	3	3
1%水酸化ナトリウム水溶液	3	3	3

2.7 状態調節

状態調節は、温度 23±2℃の環境下で、2 時間以上行う。

2.8 試験手順

2.8.1 試験手順は、JIS K 7171 による。

2.8.2 曲げ弾性率保持率を算出するために、試験液浸漬前の試験片に弾性領域の荷重（弾性領域を越えてはならない）を加え、試験液浸漬前の曲げ弾性率 E_0 を測定する。

2.8.3 試験液浸漬後の試験片による曲げ弾性率 E_1 を測定する。

2.8.4 曲げ強さ保持率 R_{fe} を式 1-2-1 によって算出する。

$$R_{fe} = \frac{E_1}{E_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{式 1-2-1}$$

ここに、 R_{fe} ：曲げ弾性率保持率(%)

E_0 ：試験液浸漬前の曲げ弾性率(MPa)

E_1 ：試験液浸漬後の試験片による曲げ弾性率(MPa)

試験結果は、式 1-2-1 で求めた曲げ弾性率保持率の浸漬させた試験液ごとの平均値とする。

注記 試験液浸漬後の試験片による曲げ弾性率 E_1 の測定には試験液浸漬前の測定寸法を使用する。

2.8.5 曲げ弾性率保持率は、浸漬期間 28 日、6 ヶ月、1 年のタイミングで算出する。

3. 浸漬後曲げ試験 曲げ強さ測定試験方法

3.1 適用範囲

3.1.1 この規格は、試験液に浸漬させた試験片を用いて曲げ強さを測定する際の手順について規定する。

3.1.2 この試験方法は、次に示す工法に適用する。

- － 現場硬化管による更生工法(熱硬化性、光硬化性)

3.2 引用規格

次に挙げる指針及び規格は、この規格に引用されることによって、この規格の一部を構成する。

- － 管路施設更生工法の設計・施工管理に関するガイドライン
- － JIS K 7171 : 2022 プラスチックー曲げ特性の求め方

注記 対応国際規格: ISO 178 : 2019 Plastics — Determination of flexural properties (IDT)

3.3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

3.3.1 試験液

試験片を浸漬させる8種類の試験液をいう。種類は次の通り。

蒸留水、10%硫酸、10%硝酸、1%水酸化ナトリウム水溶液、5%酢酸、0.1%食器用洗剤水溶液、5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液、植物油

注記 各試験液は規定の濃度を下回らないこと。

3.3.2 試験液浸漬

試験片を試験液に一定期間浸漬させる作業をいう。

3.3.3 曲げ強さ

JIS K 7171 : 2022 により測定した曲げ強さをいう。

3.3.4 曲げ強さ保持率

初期の曲げ強さに対する試験液浸漬後の曲げ強さの割合をいう。

3.4 原理

特定の試験液に浸漬させた試験片を用い、JIS K 7171 によって曲げ強さを測定する。

3.5 装置

3.5.1 試験機

JIS K 7171 : 2022 に規定する要求事項によって曲げ強さを測定する機器とする。

3.6 試験片

3.6.1 形状及び寸法

試験片の寸法は、JIS K 7171 の表3に規定する試験片とする。

注記 試験片の端面保護コーティングは行わないこと。

3.6.2 試験液浸漬

- a) 23±2℃の環境下で試験片を各試験液に浸漬させる。
注記 試験液浸漬に用いる容器は、耐薬品性を有する容器を用いる。また、試験液の濃度変化を極力抑えるために、密閉できる容器であること。
- b) 浸漬期間は28日とする。
- c) 曲げ強さの測定に移る際、表参1-3-1に沿って試験片の表面に付着した試験液を取り除く。

表参1-3-1 試験片の表面に付着した試験液の取り除き方

浸漬させる試験液	取り除き方
蒸留水又はイオン交換水	表面に水分が残らないように拭き取る。
10%硫酸	流水で洗浄した後、表面に水分が残らないように拭き取る。
10%硝酸	
1%水酸化ナトリウム水溶液	
5%酢酸	
0.1%食器用洗剤水溶液	
5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液	
植物油	中性洗剤で表面の油を洗い流した後、水分が残らないように拭き取る。

注記 1 0.1%食器用洗剤水溶液は、市販の食器用洗剤をその濃縮率に関わらず、1/1000倍に希釈して用いてよい。

注記 2 流水で洗浄する薬品の中には、劇物も含まれているため、試験片をピンセット等で掴んだ状態で洗浄する必要がある。この場合、掴んだ部分の試験液も取り除くために、試験片を2、3回掴み直して洗浄し、確実に試験液を取り除く。

注記 3 水分を拭き取る際に紙ウエス(キムワイプ等)を用いる場合は、2、3枚交換し表面の水分を確実に拭き取る。

3.6.3 試験片の数量

試験片の数量は、表参1-3-2の通りとする。

表参1-3-2 試験片の数量 単位 本

試験液	浸漬期間
	28日
蒸留水又はイオン交換水	5
10%硫酸	5
10%硝酸	5
1%水酸化ナトリウム水溶液	5
5%酢酸	5
0.1%食器用洗剤水溶液	5
5%次亜塩素酸ナトリウム水溶液	5
植物油	5

3.7 状態調節

状態調節は、温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ の環境下で、2 時間以上行う。

3.8 試験手順

3.8.1 形状及び寸法

試験手順は、JIS K 7171 による。

3.8.2 曲げ強さ保持率を算出するために、試験液浸漬前の試験片 7 本を用いて初期の曲げ強さを測定し、最大値、最小値を除く 5 本の平均値 σ_0 を算出する。

3.8.3 試験液浸漬後の試験片による曲げ強さを測定し、平均値 σ_1 を試験液ごとに算出する。

3.8.4 曲げ強さ保持率 R_{fs} を式 1-3-1 によって算出する。

$$R_{fs} = \frac{\sigma_1}{\sigma_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{式 1-3-1}$$

ここに、 R_{fs} : 曲げ強さ保持率 (%)

σ_0 : 初期の曲げ強さの平均値 (MPa)

σ_1 : 試験液浸漬後の試験片による曲げ強さの平均値 (MPa)

注記 試験液浸漬後の試験片による曲げ強さ σ_1 の測定には、試験液浸漬前の測定寸法を使用する。

3.8.5 曲げ強さ保持率は、浸漬期間 28 日のタイミングで算出する。

4. 浸漬後曲げ試験 曲げ弾性率測定試験における注意点

4.1 適用範囲

この追補は、「2. 管きよ更生工法の耐薬品性評価のための曲げ弾性率測定試験方法」を用いて曲げ弾性率を測定する際の試験片の運用並びに、曲げ弾性率保持率の求め方について整理したもので、「1. 管きよ更生工法の耐薬品性評価のための曲げ弾性率測定試験方法の一部をなすものである。

4.2 注意点

4.2.1 試験片の運用方法

曲げ弾性率を測定する試験片の数量は、「2. 管きよ更生工法の耐薬品性評価のための曲げ弾性率測定試験方法の表 参12-2-2及び表 参12-2-3による。この時、10%硫酸と1%水酸化ナトリウム水溶液の2つの試験液では浸漬期間28日、6ヶ月、1年において曲げ弾性率を測定し、その変化と曲げ弾性率保持率を確認するため、浸漬前に使用した試験片と同じ試験片を用いることを基本とする。

10%硫酸と1%水酸化ナトリウム水溶液に浸漬させる試験片の運用方法は以下の通り。

(1) 23±2℃の試験液に浸漬させる試験片の運用方法

23±2℃の試験液に浸漬させる試験片の運用方法は以下の通り。

- 試験片の数量は表 参12-2-2に示す。
- 浸漬期間28日の曲げ弾性率測定後に再度浸漬させる試験片は、浸漬期間28日時の曲げ弾性率保持率が最大となる試験片と最小となる試験片を除外した3本とする。
- 浸漬期間毎に試験片を引き上げて試験を行うため、浸漬していない時間帯が生じるが、その時間帯は浸漬期間に含めない。
- 同じ試験片で曲げ弾性率を繰返し測定するため、繰返しによる試験片の劣化を考慮し、試験片に加える荷重は弾性領域内の低い領域(目安として最大荷重の1/3以下)とする。

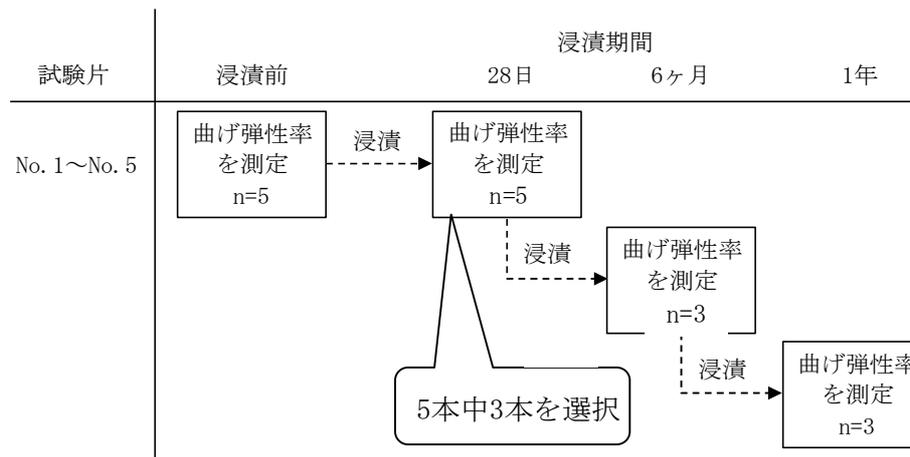


図 参12-4-1 23±2℃の試験液に浸漬させる試験片の運用方法(基本パターン)

また、以下の運用方法でもよい。

- 試験片の数量は、試験液毎に浸漬期間28日用として5本、6ヶ月用として3本、1年用として3本の合計11本とする。
- 浸漬期間6ヶ月及び1年における試験片は5本ずつでもよい。ただし、その際は5本全ての曲げ弾性率保持率を算出した後、曲げ弾性率保持率が最大となる試験片と最小となる試験片を除外した3本の試験結果を適用する。

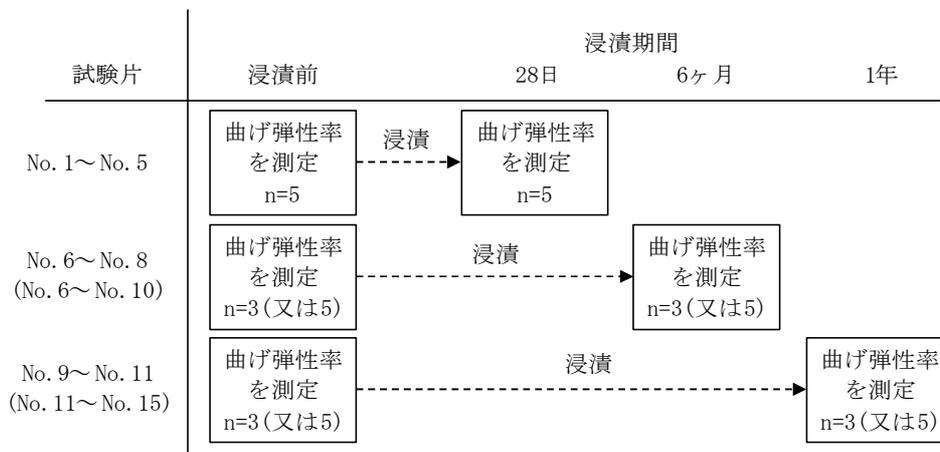


図 参12-4-2 代替パターン

(2) 60±2℃の試験液に浸漬させる試験片の運用方法

60±2℃の試験液に浸漬させる試験片の運用方法は以下の通り。

- 試験片の数量は表 参12-2-3に示す。
- 浸漬期間毎に試験片を引き上げて試験を行うため、浸漬していない時間帯が生じるが、その時間帯は浸漬期間に含めない。
- 同じ試験片で曲げ弾性率を繰り返し測定するため、繰り返しによる試験片の劣化を考慮し、試験片に加える荷重は弾性領域内の低い領域(目安として最大荷重の1/3以下)とする。

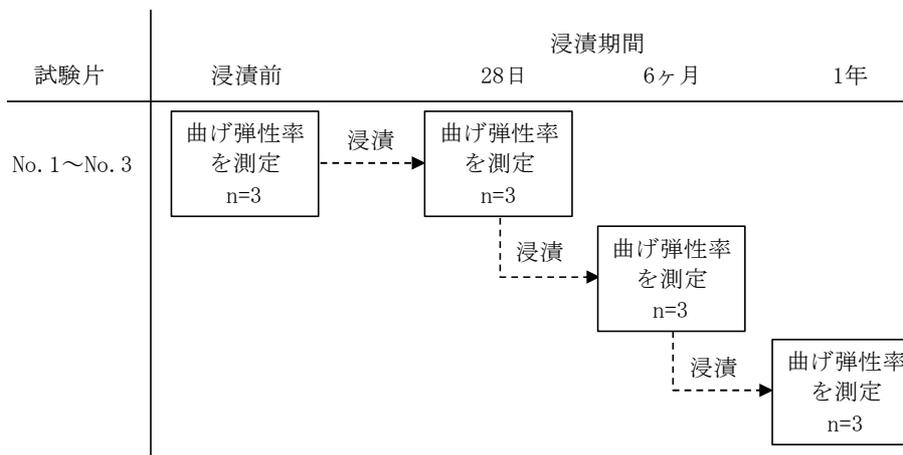


図 参12-4-3 60±2℃の試験液に浸漬させる試験片の運用方法(基本パターン)

60±2°Cの試験液に浸漬させる場合においても、23±2°Cと同様に以下の運用方法でもよい。

- 試験片の数量は、試験液毎に浸漬期間28日用として3本、6ヶ月用として3本、1年用として3本の合計9本とする。
- 各浸漬期間における試験片は5本ずつでもよい。ただし、その際は5本全ての曲げ弾性率保持率を算出した後、曲げ弾性率保持率が最大となる試験片と最小となる試験片を除外した3本の試験結果を適用する。

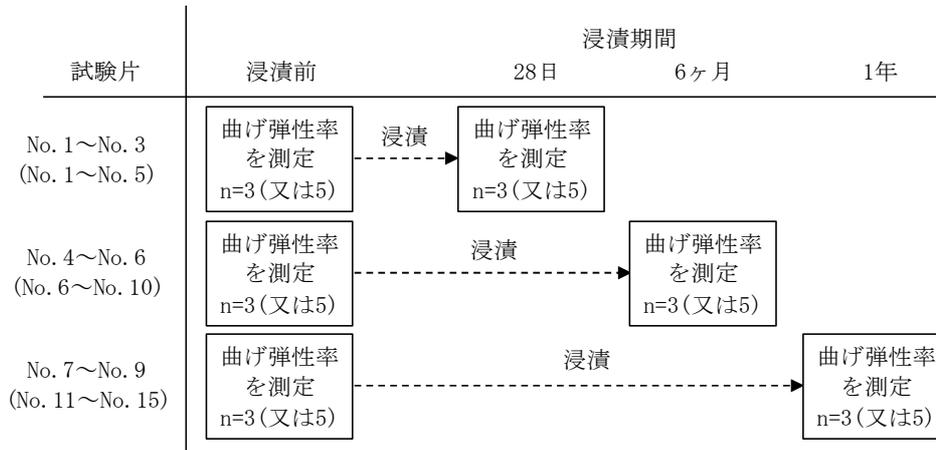


図 参12-4-4 代替パターン

4.2.2 曲げ弾性率保持率の求め方

JIS K 7171に沿って曲げ弾性率を測定した場合、本来は5本又は3本の試験片の曲げ弾性率を平均したものが試験を行った材料の曲げ弾性率となる。

これに対し新耐薬品性試験(案)では、個々の試験片の曲げ弾性率に着目するため、各浸漬期間における曲げ弾性率保持率は、個々の試験片で曲げ弾性率保持率を算出し、平均する。

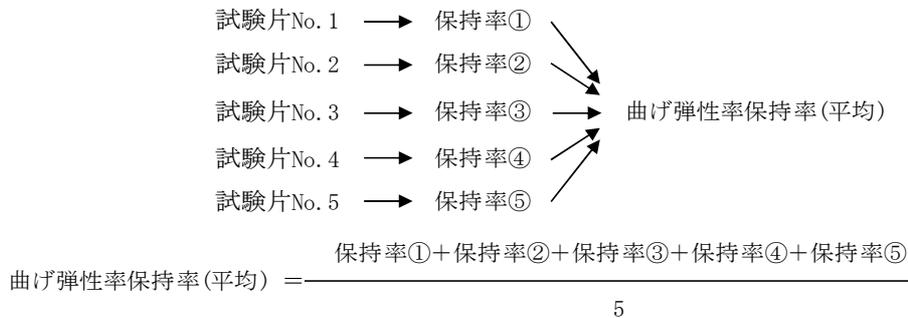


図 参12-4-5 曲げ弾性率保持率の求め方

5. 浸漬後曲げ試験 長期曲げ弾性率(50年後)の推定の手順

5.1. 手順

- 1) 耐薬品性試験にて求めた各温度、浸漬時間における曲げ弾性率の浸漬前後の保持率の平均値※を算出する。
※ 23℃の浸漬時間、1ヶ月(28日)〔試験数：5個〕、
23℃の6ヶ月・12ヶ月および60℃の浸漬時間、1ヶ月(28日)、6ヶ月・12ヶ月〔試験数：3個または試験数5の最大値と最小値を除いた3個〕の平均値
- 2) 60℃の浸漬時間だけを一律12倍(促進倍率)して、23℃と共に横軸に時間、縦軸に保持率をとりグラフ化する。
例えば、60℃浸漬1ヶ月後の結果は、グラフ上では、23℃浸漬12ヶ月(1年)後の結果とみなして入力する。
- 3) 横軸を時間軸(year)とし対数目盛とする。縦軸を曲げ弾性率保持率(%)とし、対数近似による回帰直線で50年後の保持率を算出する。
- 4) ガラス仕様の場合は、円弧の設計値(K7035で求めた長期値を安全率で除した値)を管の短期値K7035〔6min〕で除して平板の設計値に換算し、さらに試験初期平均値(ブランク値)を乗じ、設計換算値(A)を求める。
- 5) 不織布仕様の場合は、設計値(K7116で求めた長期値を安全率で除した値)を求めた試験と同形状であるので、設計値をそのまま設計換算値(A)とする。
- 6) 算出した50年後曲げ弾性率保持率に試験初期平均値(ブランク値)を乗じ、50年後曲げ弾性率(B)を算出する。
- 7) 耐薬品性試験から求めた50年後曲げ弾性率(B)と設計換算値(A)を比較する。
(B) \geq (A) の場合、合格となる。

5.2. 長期曲げ弾性率の推定例

次ページのとおり

浸漬後曲げ試験の手順と長期曲げ弾性率の推定(例)

1. 手順

- 1) 耐薬品性試験にて求めた各温度、浸漬時間における曲げ弾性率の浸漬前後の保持率の平均値※を算出する。
 ※ 23℃および60℃の浸漬時間、各1ヶ月(28日) [試験数: 5個]、6ヶ月・12ヶ月 [試験数: 3個または試験数5の最大値と最小値を除いた3個] の平均値
- 2) 60℃の浸漬時間だけを一律12倍(促進倍率)して、23℃と共に横軸時間・縦軸保持率でグラフ化する。例えば、60℃浸漬1ヶ月後の結果は、グラフ上では、23℃浸漬12ヶ月(1年)後の結果とみなして入力する。また、うまく回帰直線が引けない場合、3ヶ月等の特別測定の数値で補間する。
- 3) 横軸を時間軸(year)とし対数目盛とする。縦軸を曲げ弾性率保持率(%)とし、対数近似による回帰直線で50年後の保持率を算出する。
- 4) ガラス仕様の場合は、円弧の設計値(K7035で求めた長期値を安全率で除した値)を管の短期値K7035 [6min] で除して平板の設計値に換算し、さらに試験初期平均値(ブランク値) を乗じ、設計換算値(A) を求める。
- 5) 不織布仕様の場合は、設計値(K7116で求めた長期値を安全率で除した値) を求めた試験と同形状であるので、設計値をそのまま設計(換算)値(A)とする。
- 6) 算出した50年後曲げ弾性率保持率に試験初期平均値(ブランク値) を乗じ、50年後曲げ弾性率(B)を算出する。
- 7) 耐薬品性試験から求めた50年後曲げ弾性率(A)と設計換算値(A)を比較する。(B) ≧ (A)の場合、判定(O)となる。(B) < (A)の場合、判定(○)となる。

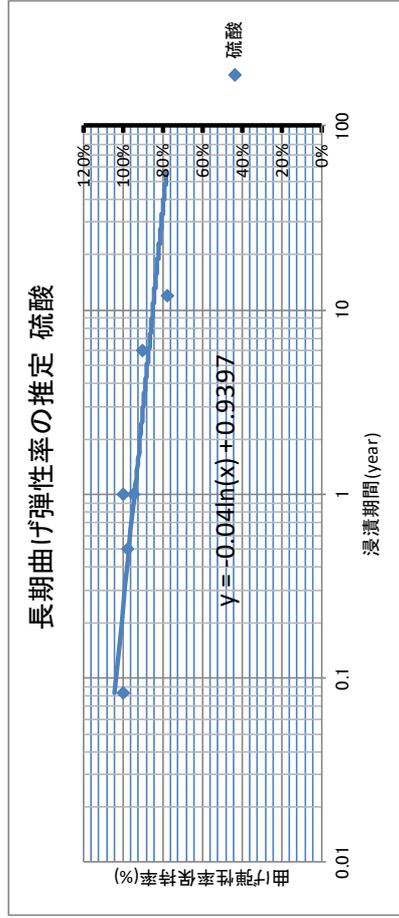
2. 長期曲げ弾性率の推定例

『硫酸のガラス仕様の例』

温度と浸漬時間	時間 年	浸漬前		浸漬後		保持率 — %
		曲げ弾性率 N/mm ²	曲げ弾性率 N/mm ²	曲げ弾性率 N/mm ²	曲げ弾性率 N/mm ²	
常温 23℃ 1ヶ月 (28日)	0.083	9000	8950	99%		
	0.5	9100	8900	98%		
促進 23℃ 12ヶ月	1	9200	8700	95%		
	1	8800	8000	100%		
60℃ 6ヶ月	6	8900	8000	90%		
	12	9000	7000	78%		

※太字は12倍

長期曲げ弾性率の推定 硫酸



浸漬前初期平均値(ブランク値) 9000 N/mm² ← 2種の試験液の常温試験および促進試験の浸漬前サンプル全ての平均

長期曲げ弾性率 5050 N/mm² ← 長期値K7035の値

設計値 3370 N/mm² ← 長期曲げ弾性率から安全率を除いたもの

平板/円弧 円弧(ガラスの場合)、平板(不織布の場合)か選択

安全率 1.5 ← 円弧の場合: 1.5、平板の場合: 1.6

短期値K7035 6min 11000 N/mm² ← 短期値K7035 6minの値

設計(換算)値 = 5050 ÷ 1.5 × 9000 ÷ 11000 = 2760

(A) 設計(換算)値 2760 N/mm² ← 平板は設計値のまま。円弧の場合は右の式を使う

※不織布仕様の場合は、設計値(K7116で求めた長期値を安全率で除した値)を求めた試験と同形状であるので、設計値をそのまま設計換算値(A)とする。

50年保持率算出近似式 $y = -0.04 * \ln(x) + 0.9397$

50年後曲げ弾性率保持率(%) 78.3 %

50年後曲げ弾性率 = (-0.04 × ln50 + 0.9397) × 9000 = 7049

(B) 50年後曲げ弾性率 7049 N/mm²

50年後照査の判定 O

← グラフ上の近似式

← グラフ上の近似式のxの値に50を入力して算出し、%に換算した値 例 $r = -0.04 * \ln(50) + 0.9397 * 100$ など

← 浸漬前初期値の平均値に50年後曲げ弾性率保持率を乗じたもの。

← 50年後曲げ弾性率が設計(換算)値以上 (B) ≧ (A) なら判定(O)となる。

『水酸化ナトリウムも同様に行う』

6. 管きよ更生工法の耐薬品性評価のための 曲げ弾性率測定試験方法 [しゅん工時]

6.1 適用範囲

- 6.1.1 この規格は、しゅん工時に試験液に浸漬させた試験片を用いて曲げ弾性率を測定する際の手順について規定する。
- 6.1.2 この試験方法は、次に示す工法に適用する。
- － 現場硬化管による更生工法(熱硬化性、光硬化性)

6.2 引用規格

次に挙げる指針及び規格は、この規格に引用されることによって、この規格の一部を構成する。

- － 管路施設更生工法の設計・施工管理に関するガイドライン
- － JIS K 7171 : 2022 プラスチックー曲げ特性の求め方

注記 対応国際規格 : ISO 178 : 2019 Plastics — Determination of flexural properties (IDT)

6.3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

6.3.1 試験液

試験片を浸漬させる2種類の試験液をいう。種類は次の通り。

10%硫酸、1%水酸化ナトリウム水溶液

注記 各試験液は規定の濃度を下回らないこと。

6.3.2 試験液浸漬

試験片を試験液に一定期間浸漬させる作業をいう。

6.3.3 曲げ弾性率

JIS K 7171 により測定した曲げ弾性率をいう。

6.3.4 曲げ弾性率保持率

同一試験片の試験液浸漬前の曲げ弾性率に対する試験液浸漬後の曲げ弾性率の割合をいう。

6.4 原理

特定の試験液に浸漬させた試験片を用い、JIS K 7171 によって曲げ弾性率を測定する。

6.5 装置

6.5.1 試験機

JIS K 7171 に規定する要求事項によって曲げ弾性率を測定する機器とする。

6.6 試験片

6.6.1 形状及び寸法

試験片の寸法は、JIS K 7171 の表 3 に規定する試験片とする。

注記 1 試験片の端面保護コーティングは行わないこと。

注記 2 試験片は、平板又は管軸方向で切り出したものを使用すること。

6.6.2 試験液浸漬

a) 60±2℃の環境下で試験片を各試験液に浸漬させる。

注記 試験液浸漬に用いる容器は、耐薬品性を有する容器を用いる。また、試験液の濃度変化を極力抑えるために、密閉できる容器であること。

b) 浸漬時間は 56 時間以上とする。

c) 曲げ弾性率の測定に移る際、表 参 1-6-1 に沿って試験片の表面に付着した薬品を取り除く。

表 参 1-6-1 試験片の表面に付着した試験液の取り除き方

浸漬させる試験液	取り除き方
10%硫酸	流水で洗浄した後、表面に水分が残らないように拭き取る。
1%水酸化ナトリウム水溶液	

注記 1 流水で洗浄する試験液の中には、劇物も含まれているため、試験片をピンセット等で掴んだ状態で洗浄する必要がある。この場合、掴んだ部分の試験液も取り除くために、試験片を 2, 3 回掴み直して洗浄し、確実に試験液を取り除く。

注記 2 水分を拭き取る際に紙ウエス(キムワイプ等)を用いる場合は、2, 3 枚交換し表面の水分を確実に拭き取る。

6.6.3 試験片の数量

試験片の数量は、表 参 1-6-2 の通りとする。

表 参 1-6-2 試験片の数量

試験液	単位 本
	浸漬期間 56 時間以上
10%硫酸	3
1%水酸化ナトリウム水溶液	3

6.7 状態調節

状態調節は、温度 23±2℃の環境下で、2 時間以上行う。

6.8 試験手順

6.8.1 試験手順は、JIS K 7171 による。

6.8.2 曲げ弾性率保持率を算出するために、試験液浸漬前の試験片に弾性領域の荷重（弾性領域を越えてはならない）を加え、試験液浸漬前の曲げ弾性率 E_0 を測定する。

6.8.3 試験液浸漬後の試験片による曲げ弾性率 E_1 を測定する。

6.8.4 曲げ弾性率保持率 R_{fe} を式 1-6-1 によって算出する。

$$R_{fe} = \frac{E_1}{E_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{式 1-6-1}$$

ここに、 R_{fe} ：曲げ弾性率保持率(%)

E_0 ：試験液浸漬前の曲げ弾性率(MPa)

E_1 ：試験液浸漬後の試験片による曲げ弾性率(MPa)

試験結果は、式 1-6-1 で求めた曲げ弾性率保持率の浸漬させた試験液ごとの平均値とする。

注記 試験液浸漬後の試験片による曲げ弾性率 E_1 の測定には試験液浸漬前の測定寸法を使用する。

参考資料 2. 管きよ更生工法の要求性能に関する評価・試験方法 (自立管) 密着管・現場硬化管 (抜粋)

1. 反転・形成工法における試験片の向き…………… 参 2-3
2. 偏平試験…………… 参 2-5
3. 曲げ試験…………… 参 2-7
4. 引張試験…………… 参 2-14
5. 圧縮試験…………… 参 2-17
6. 熱安定性…………… 参 2-20

※従前から変更となる項目のみ抜粋して掲載しています。

1. 反転・形成工法における試験片の向き

反転・形成工法における試験片の向きは、表 参 2-1-1 に示す向きを原則とする。

形状については規定しないが、平板と円弧の試験値を比べた場合、平板の方が大きくなる傾向にあることに留意する必要がある。

なお、曲げ強さ、曲げ弾性率を求める試験では、異方性（長さ方向と幅方向とで曲げ特性に著しい差（>20%））を確認し、適切な向きに設定する必要がある。

表 参2-1-1 反転・形成工法における試験片の向き

試験項目	熱形成タイプ (密着管)		熱硬化タイプ、光硬化タイプ (現場硬化管)		試験目的
	試験片向き/形状		ガラス繊維有り		
	試験方法	試験片向き/形状	試験方法	試験片向き/形状	
耐荷性能	短期	JIS K 7171	-	周方向 平板/円弧	JIS K 7171 常時計算：「曲げ強度による自立管厚の算定」で使用する長期曲げ強さ σ の算定に使用
	長期	JIS K 7115 JIS K 7116	-	周方向 平板/円弧	JIS K 7116 常時計算：「曲げ強度による自立管厚の算定」に使用
曲げ弾性率	短期	JIS K 7116	リング	周方向 平板/円弧	現場硬化管（ガラス繊維無し）：300MPa以上の確認 常時計算：「たわみ率による自立管厚の算定」で使用する曲げ弾性係数Eの算定に使用
	長期	JIS K 7116	リング	周方向 平板/円弧	現場硬化管（ガラス繊維無し）：300MPa以上の確認 常時計算：「たわみ率による自立管厚の算定」で使用する曲げ弾性係数Eの算定に使用
曲げ強さ	短期	JIS K 7171	管軸 平板/円弧	管軸 平板/円弧	耐震計算：「地盤の液状化に伴う地盤沈下による曲げ応力の検討」（レベル2）に使用
	長期	JIS K 7171	管軸 平板/円弧	管軸 平板/円弧	耐震計算：「自立管本体の軸方向断面に対する照査（応力度）」（レベル1・2）で使用する曲げ応力 σ_B の算定に使用 耐震計算：「地盤の液状化に伴う地盤沈下による応力の検討」（レベル2）で使用する地盤沈下により発生する曲げ応力 σ の算定に使用
引張強さ	短期	JIS K 7161	管軸 平板/円弧	管軸 平板/円弧	現場硬化管：150MPa以上の確認 耐震計算：「自立管本体の軸方向断面に対する照査（応力度）」（レベル1・2）に使用 L1： $\sigma \geq 1$ の設定、L2：そのまま使用
	長期	JIS K 7161	管軸 平板/円弧	管軸 平板/円弧	現場硬化管：150MPa以上の確認 耐震計算：「自立管本体の軸方向断面に対する照査（応力度）」（レベル1・2）に使用 L1： $\sigma \geq 1$ の設定、L2：そのまま使用
引張弾性率	短期	JIS K 7161	管軸 平板/円弧	管軸 平板/円弧	現場硬化管：150MPa以上の確認 耐震計算：「自立管本体の軸方向断面に対する照査（応力度）」（レベル1・2）で使用する軸方向応力 σ_L の算定に使用
	長期	JIS K 7161	管軸 平板/円弧	管軸 平板/円弧	現場硬化管：150MPa以上の確認 耐震計算：「自立管本体の軸方向断面に対する照査（応力度）」（レベル1・2）で使用する軸方向応力 σ_L の算定に使用
圧縮強さ	短期	JIS K 7181	管軸 平板/円弧	管軸 平板/円弧	現場硬化管：350%以上、密着管-VU：70%以上、現場硬化管：0.5%以上の確認
	長期	JIS K 7181	管軸 平板/円弧	管軸 平板/円弧	現場硬化管：350%以上、密着管-VU：70%以上、現場硬化管：0.5%以上の確認
耐薬品性	長期	JIS K 7171	周方向 平板/円弧	周方向 平板/円弧	耐震計算：「地盤の液状化に伴う側方流動によるマンホール抜出し量 δ 」（レベル2）の算定に使用
	長期	JIS K 7171	周方向 平板/円弧	周方向 平板/円弧	耐震計算：「地盤の液状化に伴う側方流動によるマンホール抜出し量 δ 」（レベル2）の算定に使用

試験片の向き：管軸、周方向は、照査内容に従い規定（JIS A 7511 参考）
 曲げ強さ、曲げ弾性率を求める試験では、真方位（東さ方向と軸方向とで曲げ特性に著しい差（>20%）の有無を確認し、適切な向きに設定すること
 試験片の形状：平板/円弧としている試験項目は、試験値が円弧<平板の傾向になることに留意し設定すること
JIS K 7171：本改定で試験方法が異なる試験（ガラス繊維有りの現場硬化管の曲げ試験）

2. 偏平試験

偏平試験は、更生管単体の長さ 300 mm以上を切り出し試験片とする。試験方法は以下のとおりである。

- (1) 試験片より大きい2枚の平板間に試験片をはさみ、管軸に直角の方向に毎分 10 ± 2 mmの速さで基準圧縮量まで試験片を押し、その時点の荷重を測定する。試験片の長さ、基準圧縮量は、 $\phi 600$ mm 以下は JSWAS K-1、 $\phi 700$ mm 以上は JSWAS K-2 に定める数値とする（表 参 2-2-1 に示す）。
- (2) 試験片の長さを 1m に換算して線荷重を算出する。
- (3) 確認方法は、同一呼び径の JSWAS K-1、JSWAS K-2 に定める線荷重以上であることを確認する（表 参 2-2-1 に示す）。試験時の温度は $23 \pm 2^\circ\text{C}$ とし、事前に 1 時間以上状態調節する。試験状況を図 参 2-2-1 に示す。

この試験は、次頁に示す円環のたわみ式の関係が成り立ち、弾性率（リング剛性 \equiv 曲げ弾性）と寸法要因（管厚と管径）及び圧縮量が求めれば推定できる。ただし、この場合も試験は必要である。

表 参2-2-1 基準たわみ量時の線荷重

呼び径	基準 たわみ量 (mm)	線荷重 (kN/m)	呼び径	基準 たわみ量 (mm)	線荷重 (kN/m)
150	8	3.38	1100	56	27.8
200	11	4.28	1200	61	30.2
250	13	4.61	1350	69	34.2
300	16	5.52	1500	77	38.2
350	19	6.17	1650	84	41.6
400	21	6.61	1800	92	45.6
450	24	7.55	2000	102	50.6
500	26	8.18	2200	112	55.5
600	32	10.2	2400	122	60.5
700	36	17.8	2600	133	65.9
800	41	20.3	2800	143	70.9
900	46	22.8	3000	153	75.9
1000	51	25.3			

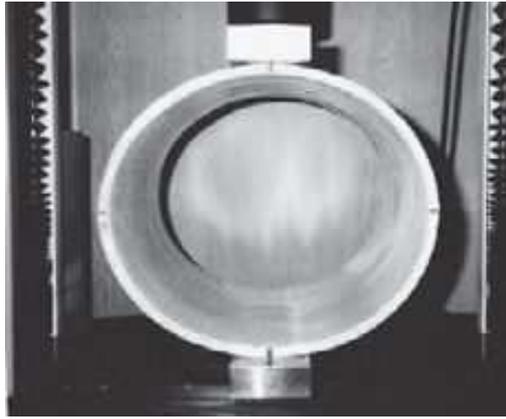


図 参 2-2-1 偏平試験状況 (例)

円環のたわみ式

$$D_y = W \times R^3 \div (E \times I) \times (\pi / 4 - 2 / \pi) \quad \text{式2-2-1}$$

よって偏平強さ (W) については以下となる。

$$W = D_y \times E \times I \div R^3 \div (\pi / 4 - 2 / \pi) \quad \text{式2-2-2}$$

ここに、

- W : 基準圧縮時の単位長さ当りの鉛直荷重 (N/m) { 線荷重 = 偏平強さ }
- R : 更生管の中心軸の曲率半径 (mm) { R = 管厚中心半径 = (外径 - 厚さ) / 2 }
- D_y : 鉛直方向の直径の減少 (mm) { 基準圧縮量は, JSWAS K-1, K-2 に定める数値 }
- E : 弾性 (N/mm²)
- I : 単位長さ当りの断面二次モーメント (mm⁴/m) { I = t³ · 10³ / 12 }
- t : 更生管厚 (mm)

3. 曲げ試験

(1) 短期試験

短期曲げ試験については、熱可塑性及び熱硬化性樹脂材料は、JIS K 7171 : 2022 年度版を引用規格とし、織物や繊維で強化されたプラスチック材料は、JIS K 7017 : 1999 年度版を引用規格とすることを基本とするが、織物や繊維で強化されたプラスチック材料でもガラス繊維の長さによっては、JIS K 7171 の試験片の寸法等を適用する必要があるため、ガラス繊維の長さを確認する必要がある。

1) 試験片

標準試験片は、熱可塑性及び熱硬化性樹脂材料は、厚さ 4 mm、幅 10mm、長さ 80mm、ガラス繊維で強化された材料は、厚さ 2mm、幅 15mm、長さ 60mm (クラスⅢの場合) の平板であるが、管路更生の場合、設計時の均一材料では適用できるが、施工直後の品質管理試験や複合材料には適用できない。

平板を前提とし、適用できない場合の厚さごとの試験片寸法を表 参 2-3-1 に示す。ガラス繊維長が 7.5mm 以下の平板の場合は、「熱可塑性及び熱硬化性樹脂板」を適用する。ガラス繊維長が 7.5mm を超える平板の場合は、「ガラス繊維強化プラスチック材料」を適用する。

表 参2-3-1 JIS K 7171, JIS K 7017の試験片寸法

平均厚さh (mm)	幅b±0.5mm	
	熱可塑性及び 熱硬化性樹脂板 (mm)	ガラス繊維強化 プラスチック材料 (mm)
1 < h ≤ 3	25	15
3 < h ≤ 5	10	15
5 < h ≤ 10	15	15
10 < h ≤ 20	20	30
20 < h ≤ 35	35	50
35 < h ≤ 50	50	80

2) 試験方法

JIS K 7171 : 2022, JIS K 7017 の試験状況の概念図を図 参 2-3-1 に示す。

- ① 支点間距離 L を熱可塑性及び熱硬化性樹脂板は $L=h \times (16 \pm 1)$ 、ガラス繊維強化プラスチック材は $L=h \times 20$ に合致する。h は一組の試験片の平均厚さである。
- ② 試験速度を 1 %min に近いひずみ速度に合致する。
- ③ 試験片を左右の支持台に載せる。試験片の支点間中央に圧子で力を与える。
- ④ 試験中の荷重 (力) 及びこれに対応する試験片のたわみを記録する。このためには、「荷重-たわみ曲線」や「曲げ応力-たわみ曲線」を描く自動記録装置を使用する。最近では、曲げ弾性率の測定等が、簡易に扱えるコンピューター付の装置が一般的になってきた。

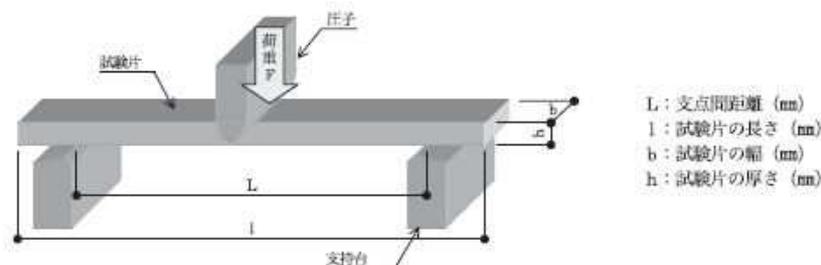


図 参 2-3-1 JIS K 7171, JIS K 7017 の試験状況の概念図

3) 計算及び試験結果の表現

JIS K7171, JIS K 7017 に基づく、計算及び結果については、以下のように表現する。荷重（力）とたわみ曲線の例を図 参 2-3-2 に示す。

① 曲げ強さ（最大曲げ応力）

$$\sigma_{\max} = 3 F_{\max} L \div 2 b h^2 \quad \text{式 2-3-1}$$

σ_{\max} : 曲げ強さ (MPa) (N/mm²)

F_{\max} : 最大荷重 (N)

L : 支点間距離 (mm)

b : 試験片の幅 (mm)

h : 試験片の厚さ (mm)

② 曲げ弾性率

曲げひずみは次の式 2-3-2 によって、まず、ひずみ $\epsilon_{f1}=0.0005$ と $\epsilon_{f2}=0.0025$ に相当するたわみ s_1 と s_2 を算出する。

$$s_i = \epsilon_{fi} L^2 \div 6 h \quad (i=1, 2) \quad \text{式 2-3-2}$$

s_i : たわみ (mm)

ϵ_{fi} : 上記に挙げた ϵ_{f1} 及び ϵ_{f2} に相当する曲げひずみ

L : 支点間距離 (mm)

h : 試験片の厚さ (mm)

たわみ s_1, s_2 の荷重 f_1, f_2 を測定し、次の式 2-3-3, 式 2-3-4 によって曲げ弾性率を算出する。

$$E_f = (\sigma_{f2} - \sigma_{f1}) \div (\epsilon_{f2} - \epsilon_{f1}) \quad (\text{JIS K 7171}) \quad \text{式 2-3-3}$$

$$E_f = L^3 \div 4bh^3 \times (\sigma_{f2} - \sigma_{f1}) \div (\epsilon_{f2} - \epsilon_{f1}) \quad (\text{JIS K 7017}) \quad \text{式 2-3-4}$$

E_f : 曲げ弾性率 (MPa) (N/mm²)

たわみ s_1 で測定した曲げ応力 σ_{f1} : (MPa) (N/mm²)

たわみ s_2 で測定した曲げ応力 σ_{f2} : (MPa) (N/mm²)

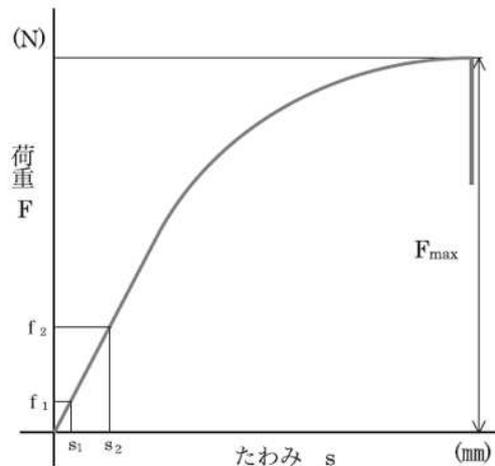


図 参 2-3-2 荷重－たわみ曲線

(2) 長期試験

更生材の曲げ強さ及び曲げ弾性率は、更生材をガラス繊維により補強している場合と補強していない場合に区分し、表 参 2-3-2 及び図 参 2-3-3～図 参 2-3-5 に示す JIS の強度試験に基づき確認することとする。

更生材は、施工方法及び使用材料の違いによって経過年数による強度低下等のバラツキが大きいので、設計曲げ強さ及び設計曲げ弾性率に硬質塩化ビニル管等の日本下水道協会規格品と同様の短期値及び規格品の安全率の考え方を採用することは難しい。また、更生材であるプラスチック系材料は一般的にクリープ特性があり、諸外国では長期の曲げ強さ及び曲げ弾性率を設計値として扱っている。よって、自立管の設計では、曲げ強さ及び曲げ弾性率について原則として 50 年後を推定した長期値を用いる。また、それらの数値は、JIS 試験等による規格値（材料特性値）をもとに、長期値については試験値に更生材の現場硬化による品質のバラツキ等を反映したもの、設計曲げ強さの短期値については短期保証値を安全率で除したものとす。

更生材の曲げ強さ及び曲げ弾性率の特性値と設計値の考え方は、図 参 2-3-6 及び図 参 2-3-7 に示すとおりである。自立管の曲げ強さ及び曲げ弾性率の算出は、公的審査証明機関で証明された数値に基づくこととする。設計値では、原則として現場硬化による品質のバラツキ等を考慮した安全率を加味する。

上記以外の方法で設計値を算出する場合の設計値の算出方法として、図 参 2-3-8 に示す方法がある。ただし、ガラス繊維で更生材を補強している場合の設計値の算出に際しては、代表管径とする試験片を使用した JIS K 7039 及び JIS K 7035 試験（JIS K 7020 を含む）の長期試験値を安全率で除して算出する設計値が、図 参 2-3-8 から得られる設計値を上回ることを確認する。

表 参 2-3-2 設計値の算出に伴う長期曲げ強さ及び長期曲げ弾性率を求める試験方法

更生材の種類		長期曲げ強さ	長期曲げ弾性率
		試験規格 及び 試験方法	試験規格 及び 試験方法
密着管	ポリエチレン	JIS K 7116 短冊状の試験片による 1,000 時間の 3 点曲げ試験より、t 時間後の曲げ弾性率(25 点)を算出し、それらの結果から 50 年後の曲げ弾性率を推定する。	JIS K 7116 水中 (1,000 時間)
	塩化ビニル	JIS K 7115 又は JIS K 7116 水中 (1,000 時間)	
現場硬化管	ガラス繊維有	JIS K 7039 水中下でリング状の試験体(18 体以上)を加圧し、破壊に至るまでの時間(10,000 時間まで)を測定し、それらの結果から 50 年後の曲げ強さを推定する。その後 JIS K 7020 の回帰分析により解析する。	JIS K 7035 水中下でリング状の試験体による 10,000 時間の偏平試験より、t 時間後の偏平剛性(17 点)を算出し、それらの結果から 50 年後の曲げ弾性率を推定する。その後 JIS K 7020 の回帰分析により解析する。
	ガラス繊維無	JIS K 7116 短冊状の試験片による 10,000 時間の 3 点曲げ試験より、t 時間後の曲げ弾性率(25 点)を算出し、それらの結果から 50 年後の曲げ弾性率を推定する。	JIS A7511 付属書 D 水中 (10,000 時間)

注 ガラス繊維で更生材を補強していない場合の曲げ強さは、長期曲げ強さ＝設計値となる。

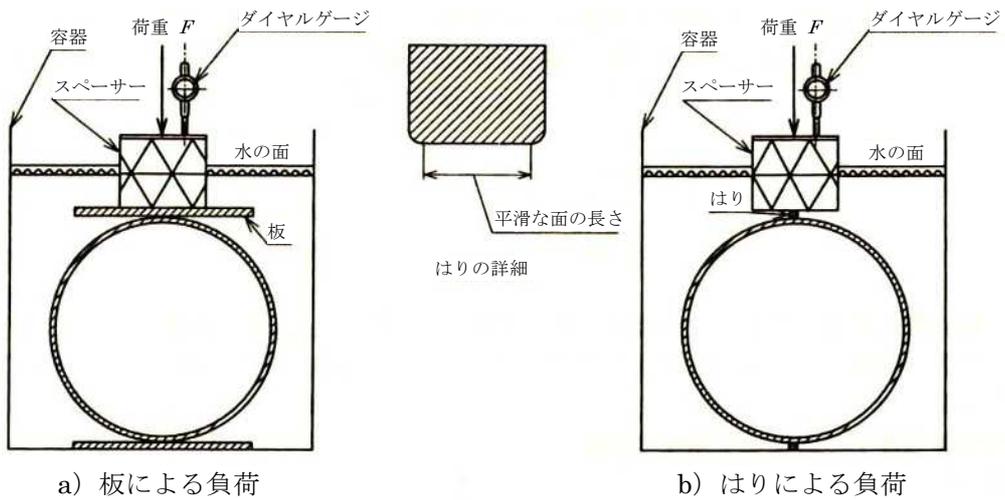


図 参 2-3-3 JIS K 7039 及び JIS K 7035 規格の試験装置の概念
 〈出典：「JISハンドブック プラスチック(試験編)」〉

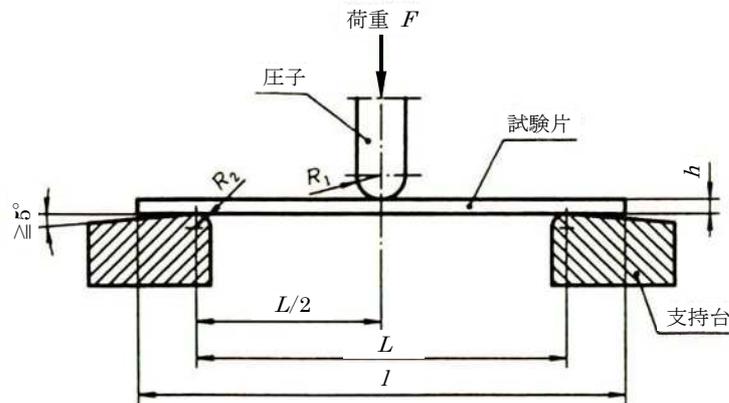


図 参 2-3-4 JIS K 7171 規格の試験装置の概念
 〈出典：「JISハンドブック プラスチック(試験編)」〉

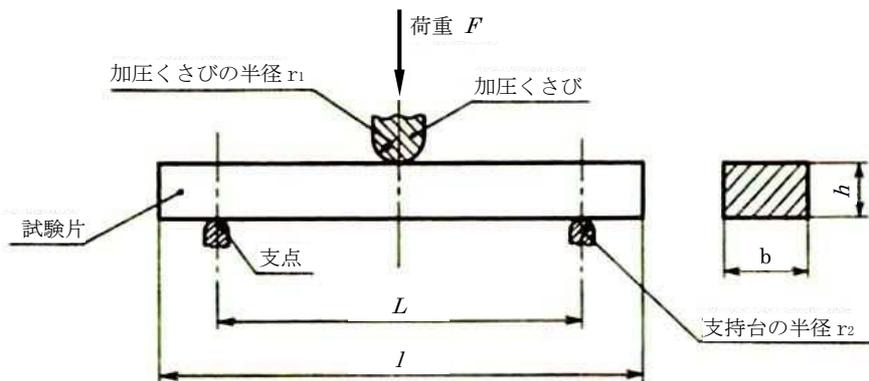


図 参 2-3-5 JIS K 7116 規格の試験装置の概念
 〈出典：「JISハンドブック プラスチック(試験編)」〉

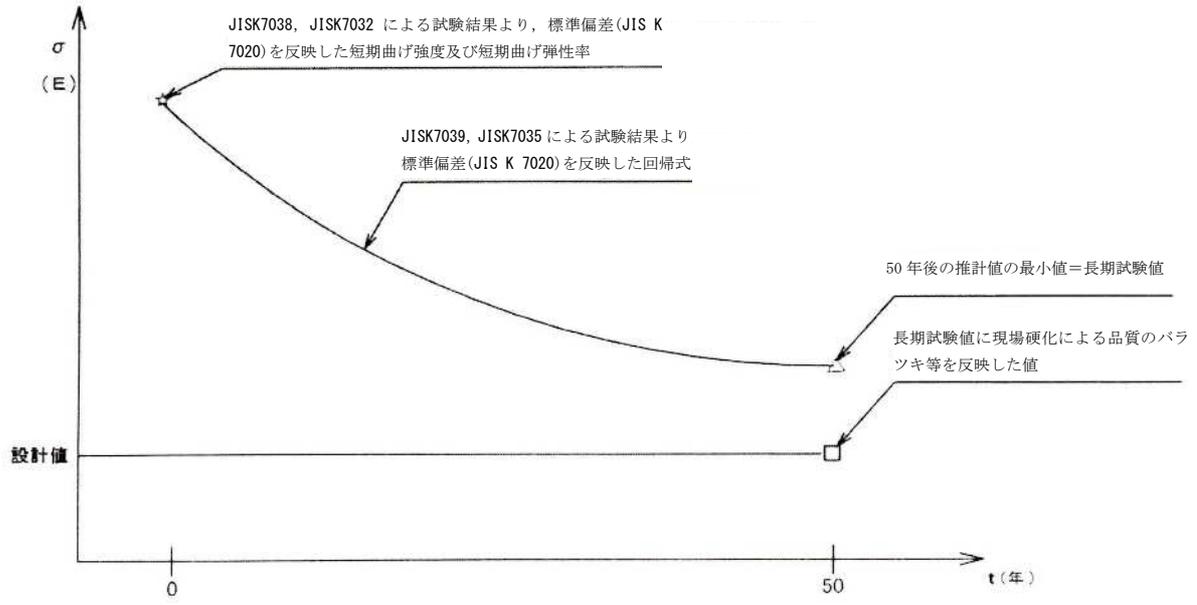


図 参 2-3-6 曲げ強さ及び曲げ弾性率の特性及び設計上の考え方
(ガラス繊維で更生材を補強している場合)

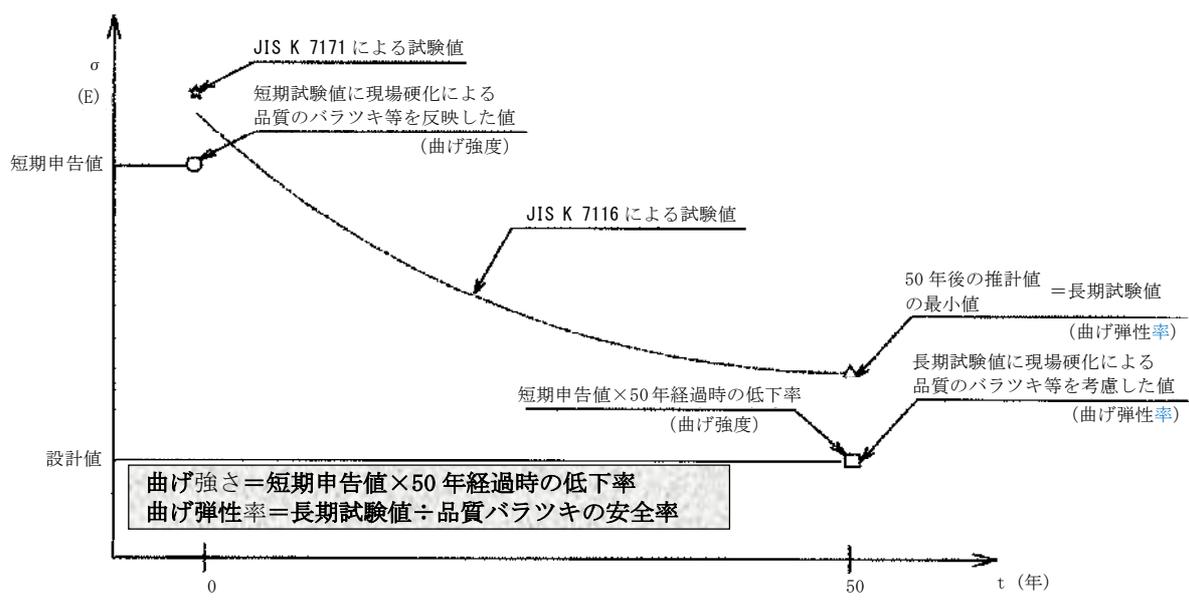
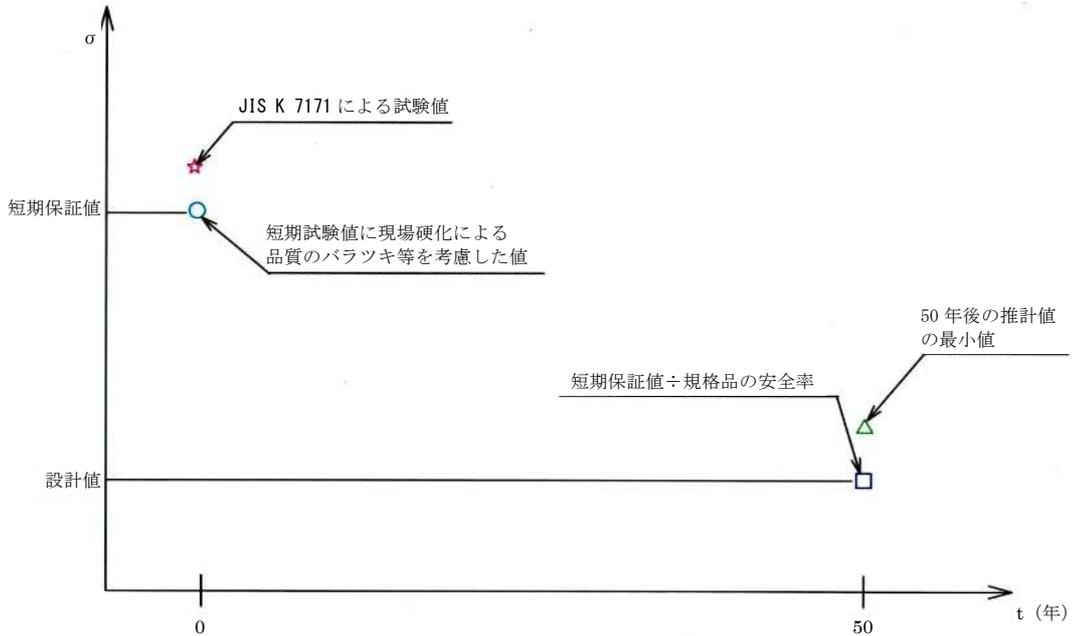


図 参 2-3-7 曲げ強さ及び曲げ弾性率の特性及び設計上の考え方
(ガラス繊維で更生材を補強していない場合)

ガラス繊維による補強の有無に関わらず、短冊状の試験片を使用した空気中の短期試験である JIS K 7171 試験を設計管径で行う。その試験値に基づき、現場硬化による品質のバラツキ等を考慮した短期保証値を規格品の安全率（日本下水道協会規格を参照）で除した値を設計値とする。

曲げ強さ
(σ)



ガラス繊維による補強の有無に関わらず、短冊状の試験片を使用した空気中の長期試験である JIS K 7116 試験を設計管径で行う。その長期試験値を安全率（現場硬化による品質のバラツキ等を考慮した値）で除した値を設計値とする。

曲げ弾性率
(E)

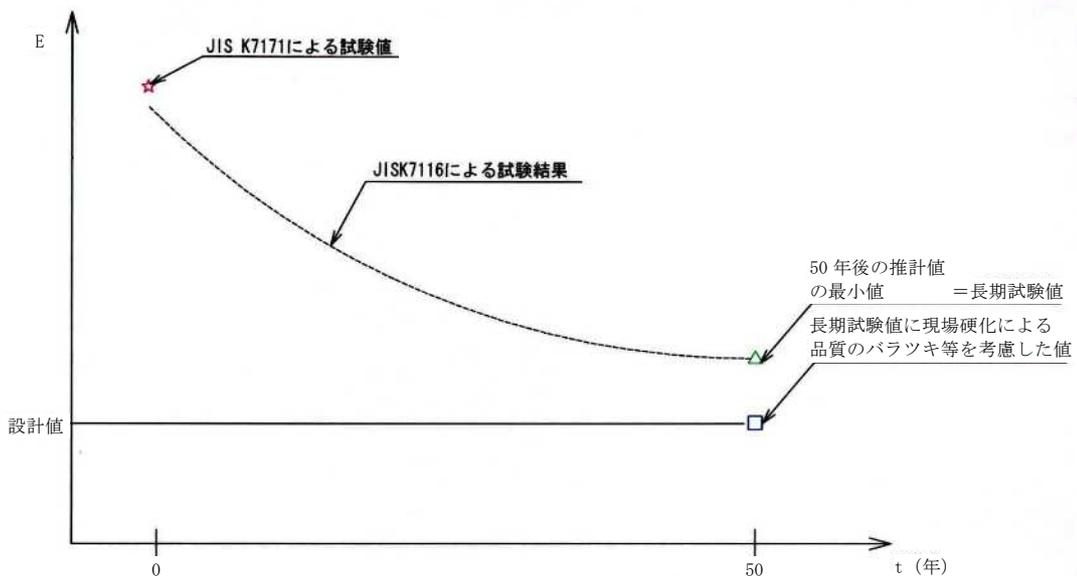


図 参 2-3-8 その他の設計値の算出方法

【参考】短期保証値に基づく設計値の算出方法 [3章 3.3.7 設計条件参照]

長期試験から求めた曲げ弾性率におけるクリープ率，曲げ強さにおける減衰比を短期保証値に乘じることによって求めた値を設計値とする考え方の一例を，参考事例として以下に示す。これにより施工管理時の品質管理として採取した物性値と，肉厚設計時に使用した設計値の相関をより明確化することができる。

①設計曲げ弾性率（長期）＝短期曲げ弾性率×クリープ率 式 2-3-5

ここで，短期曲げ弾性率：短期保証値（審査証明等）

クリープ率＝長期値A÷短期値B

（A及びBの算出方法は表 参 2-3-3 に示すとおりとする。）

表 参 2-3-3 クリープ率算出方法（例）

材料	試験方法			長期値A	短期値B
	規格	条件	時間		
ガラス繊維入り	JIS K 7035	水中	10000時間	n=1以上の回帰式で50年後の値（E _{50min.} ）	JIS K 7032による初期剛性から求めた見かけの初期弾性率（E _{0min.} ） n=3以上の平均値
ガラス繊維無し ・ 塩ビ系	JIS K 7116	気中 もしくは 水中	1000時間	n=3以上の結果（回帰式）よりクリープ率をそれぞれ算出。 クリープ率が最小となる試験片の50年後の外挿値	n=3以上の結果（回帰式）よりクリープ率をそれぞれ算出。 クリープ率が最小となる試験片の1分後の試験値

②設計曲げ強さ（長期）＝短期曲げ強さ×減衰比 式 2-3-6

ここで，短期曲げ強さ：短期保証値（審査証明等）

減衰比＝長期値A÷短期値B

（A及びBの算出方法は表 参 2-3-4 に示すとおりとする。）

表 参 2-3-4 減衰比算出方法（例）

材料	試験方法			長期値A	短期値B
	規格	条件	時間		
ガラス繊維入り	JIS K 7039	水中	10000時間	長期試験での回帰式での50年後の外挿値 n=18以上から算出	JIS K 7038による初期曲げ強さ n=3以上の平均値
ガラス繊維無し ・ 塩ビ系	JIS K 7116	水中	1000時間	長期試験での回帰式での50年後の外挿値	JIS K 7171による短期曲げ強さ n=5の平均値
	JIS K 7115※	水中	1000時間	長期試験での回帰式での50年後の外挿値 n=7以上から算出	JIS K 7161による短期引張降伏強さ n=5の平均値

※曲げ試験（JIS K 7116）では明確に強度が測定出来ない場合に採用

4. 引張試験

(1) JIS K 7161-2 の試験方法概要

1) 試験片

引張試験用の試験片は、JIS K 7161-2「プラスチック—引張特性の求め方— 第2部：造形成形、押出成形及び注型プラスチックの試験条件」5)を参照する。

代表的な試験片の形状、寸法例を図 参 2-4-1 に示す。

ア) 試験片は、可能な限り図 参 2-4-1 に示すようなダンベル形のものを用いる。

イ) 試験片を直接型成形する場合は 1A 形、また機械加工によって作製する場合は 1B 形の試験片が望ましい。

ウ) 何かの理由で、標準形の 1 形試験片を使用できない場合は、JIS K 7162-2 附属書 A (参考) に示される小型試験片を使用してもよい。

エ) 試験片のすべての面には、目視できるひび、かき傷及びその他の欠陥があってはならない。またバリがある場合は表面に傷を付けないように取り除く。

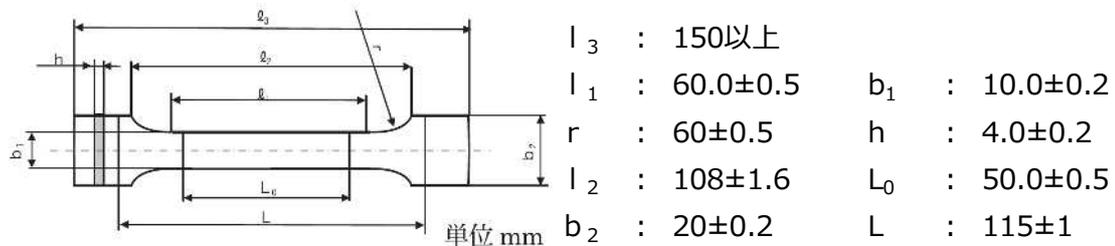


図 参 2-4-1 引張試験片例 1B 形

オ) 製品から試験片を採取する場合は、平らな面又は湾曲の最も少ない部分から採取する。

カ) 試験片の数量は、最低 5 個用いて試験を行う。また、試験する材料によっては、JIS K 7164 : 2005 年版「プラスチック—引張特性の試験方法—第4部：等方性及び直交異方性繊維強化プラスチックの試験条件」を参照する場合もある。

2) 試験方法

JIS K 7161-2 の引張試験片を図 参 2-4-2、引張試験状況を図 参 2-4-3 に示す。

ア) 各試験片の中央及び標線間距離の両端から 5 mm 以内のところ、幅 b は 0.1 mm まで、厚さ h は 0.02 mm まで測定する。各試験片の幅と厚さの算術平均値を求め、試験片の初めの断面積 A を算出する。

イ) 試験機の軸と試験片の縦軸が一致するように、試験片をチャックする。

ウ) 試験速度は、試験する材料の規格にしたがって設定する。その規格がない場合は受渡当事者間で取り決める。

ただし引張弾性率の測定には、できる限り 1 分間に標線間距離の 1% に近いひずみを与える必要があるため、引張強さを測定する場合と、引張弾性率を測定する場合では、異なった速度で試験する必要がある。試験速度毎に別の試験片を用いることが望ましい。



図 参 2-4-2 引張試験片

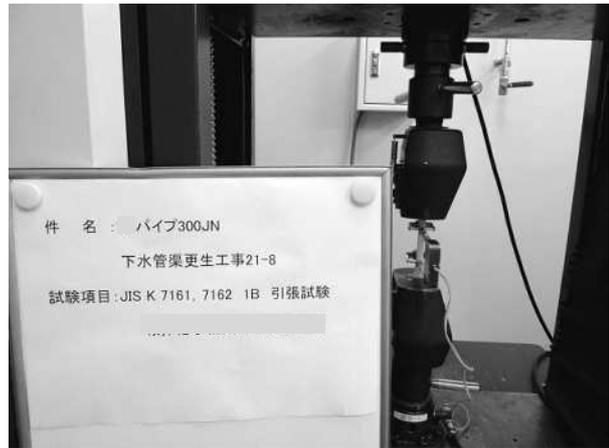


図 参 2-4-3 引張試験状況

表 参 2-4-1 引張試験速度例

測定項目		試験速度
引張強度	熱可塑性材料	10mm ± 2.0mm/min
	熱硬化性材料	5 mm ± 1.0mm/min
引張弾性係数		1 mm ± 0.2mm/min

エ) 試験中の荷重並びにこれに対応する標線間距離及びチャック間距離の増加量を記録する。

3) 計算及び試験結果の表現

JIS K 7161-2 に基づく計算及び試験結果は、以下のように表現する。

ア) 引張強さ (最大引張応力)

引張強さは、試験片の初めの断面積をもとに、式 2-4-1 によって算出する。

$$\sigma_{\max} = \frac{F_{\max}}{A} \quad \text{式 2-4-1}$$

σ_{\max} : 引張強さ (N/mm²)

F_{\max} : 測定最大荷重 (N)

A : 試験片の初めの断面積 (mm²)

イ) ひずみ

引張ひずみは、標線間距離をもとに、式 2-4-2 又は式 2-4-3 によって算出する。

$$\varepsilon = \Delta L_0 \div L_0 \quad \text{式 2-4-2}$$

$$\varepsilon (\%) = 100 \times \Delta L_0 \div L_0 \quad \text{式 2-4-3}$$

ε : 引張ひずみ (無次元の比又は%) L_0 : 試験片の標線間距離 (mm)

ΔL_0 : 試験片の標線間距離の増加量 (mm)

ウ) 引張弾性率

引張弾性率は、2点の規定されたひずみの値をもとに、式 2-4-4 によって算出する。

$$E_t = (\sigma_2 - \sigma_1) \div (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \quad \text{式 2-4-4}$$

E_t : 引張弾性率 (N/mm²)

σ_1 : ひずみ $\varepsilon_1 = 0.0005$ において測定された引張応力 (N/mm²)

σ_2 : ひずみ $\varepsilon_2 = 0.0025$ において測定された引張応力 (N/mm²)

またコンピューター付きの測定装置を用いる場合は、規定された2点のひずみ ε_1 及び ε_2 の間の曲線の線形回帰によって引張弾性率 E_t を求めることができる。

5. 圧縮試験

(1) JIS K 7181 の試験方法概要

1) 試験片

圧縮試験用の試験片は、JIS K 7181 に従い、試験する材料の規格に従うものとする。その規格がない場合は受渡当事者間で取り決める。標準試験片の寸法を表 参 2-5-1 に、試験片例を図 参 2-5-1 に示す。

ア) 試験片は、標準的には角柱、円柱、管形状のものを使用する。

イ) 試験片の機械加工は、平滑な表面が得られるように注意深く行い、特に圧縮荷重を負荷させる端面は、平滑、平坦、平行で、縁は鋭く、きれいに機械加工しなければならない。

ウ) 試験材料の量が少なかったり、寸法的な制約により標準試験片が採取できない場合は、JIS K 7181 附属書 A (規定) に示される小型試験片を使用してもよい。

エ) 試験片のすべての表面には、目視できるひび、かき傷及びその他の欠陥がないものとする。

オ) 試験片の数量は、等方性材料の場合には、最少 5 個試験する。異方性材料の場合には、主軸方向に対し、直角及び平行方向それぞれについて、最少 5 個試験する。

カ) 試験片の状態調節は、試験する材料の規格に定められた方法で行う。圧縮特性が湿度に対して敏感でないことが分かっている材料の場合には、湿度調整を行う必要はないが、それ以外は、標準温湿度 23°C, 50%RH を優先的に用いる。

表 参 2-5-1 圧縮試験片の標準寸法 単位mm

測定項目	長さ l	幅 b	厚さ h
圧縮強さ	10±0.2	10±0.2	4±0.2
圧縮弾性率	50±2		



図 参 2-5-1 圧縮試験片

2) 試験方法

JIS K 7181 の圧縮試験状況を図 参 2-5-2 に示す。

- ア) 各試験片の幅、厚さ及び直径は、長さ方向に沿って3ヵ所で測定し、試験片の初めの平均断面積 A を算出する。
- イ) 試験片を加圧板の間に置き、試験片と加圧板の中心を合わせる。試験片の端面は、加圧板面に平行であることを確認し、試験片の端面が加圧板面にちょうど接した状態になるように位置を調整する。
- ウ) 試験速度は、試験する材料の規格にしたがって設定する。その規格がない場合は、表 2-4-2 に示す標準試験片に対する試験速度を使用する。

表 参 2-5-2 圧縮強さ速度（標準試験片）

測定項目		試験速度
圧縮強さ	延性（単一）材料	5 mm/min
	脆性（複合）材料	1 mm/min
圧縮弾性率		1 mm/min

- エ) 試験中の荷重並びにこれに対応する試験片の圧縮量（ひずみ）を記録する。



図 参 2-5-2 圧縮試験状況

3) 計算及び試験結果の表現

JIS K 7181 に基づく計算及び試験結果は、以下のように表現する。

- ア) 圧縮強さ（最大圧縮応力）

圧縮強さは、試験片の初めの断面積をもとに、式 2-5-1 によって算出する。

$$\sigma_{\max} = F_{\max} \div A \quad \text{式 2-5-1}$$

σ_{\max} : 圧縮強さ (N/mm²)

F_{\max} : 測定最大荷重 (N)

A : 試験片の初めの断面積 (mm²)

- イ) ひずみ

圧縮ひずみは、標線間距離をもとに、式 2-5-2 又は式 2-5-3 によって算出する。

$$\varepsilon = \Delta L_0 \div L_0 \quad \text{式 2-5-2}$$

$$\varepsilon (\%) = 100 \times \Delta L_0 \div L_0 \quad \text{式 2-5-3}$$

ε : 圧縮ひずみ (無次元の比又は%) L_0 : 試験片の標線間距離 (mm)
 ΔL_0 : 試験片の標線間距離の減少量 (mm)

ウ) 圧縮弾性率

圧縮弾性率は、2 点の規定されたひずみの値をもとに、式 2-5-4 によって算出する。

$$E_c = (\sigma_2 - \sigma_1) \div (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \quad \text{式 2-5-4}$$

E_c : 圧縮弾性率 (N/mm²)

σ_1 : ひずみ $\varepsilon_1 = 0.0005$ において測定された圧縮応力 (N/mm²)

σ_2 : ひずみ $\varepsilon_2 = 0.0025$ において測定された圧縮応力 (N/mm²)

(2) 圧縮強さ、圧縮弾性率の取扱い

圧縮強さ及び圧縮弾性率は、前述のとおり L2 地震動の側方流動によるマンホールと管きよの接続部の抜け出し量及び発生応力の検討に必要となる。

6. 熱安定性

下水道管きょとして供用中では、流下する下水の温度により管きょが高温にさらされる場合も十分に想定されることから、更生管きょにおいても耐熱性についての規定が必要である。

一般にプラスチックには熱可塑性と熱硬化性のものがある。更生管きょでは、現行ガイドラインで記載のとおり、熱形成タイプ（密着管）は熱可塑性樹脂、熱硬化タイプは熱硬化性樹脂が使用されている。熱可塑性樹脂は加熱すると軟化し流動性を持つようになり冷却すると再び固化する。熱硬化性樹脂は一度固まった場合はもう一度加熱しても柔らかくなることなく熱等で二度と形状を変化させることができなくなる。

これらの特性について JIS A 7511 において物理的特性として規定されている。

密着管でのポリエチレン管は加熱伸縮率（JIS K 6814）、硬質塩化ビニル管はビカット軟化温度（JIS K 6816）を規定している。どちらも熱可塑性プラスチック管に対する規格である。ポリエチレンは結晶性プラスチックであり、JIS K 6816（熱可塑性プラスチック管及び継手_ビカット軟化温度試験方法）には適用しない。

表 参 2-11-1 熱安定性の試験方法

管種別	試験規格	試験方法	確認方法
高密度ポリエチレン樹脂	JIS K 6814	規定長さの管を、規定温度の加熱媒体中に規定時間静置する。管に付けた標線間の距離を、加熱前及び加熱後に測定する。	加熱伸縮率 3%以下
硬質塩化ビニル樹脂	JIS K 6816 (B50 法)	50°C/h の速度で昇温している伝熱媒体中に 50N±1N の力を負荷した圧子が、試験片の表面から深さ 1mm 侵入したときの温度を測定する。	ビカット軟化温度 55°C以上

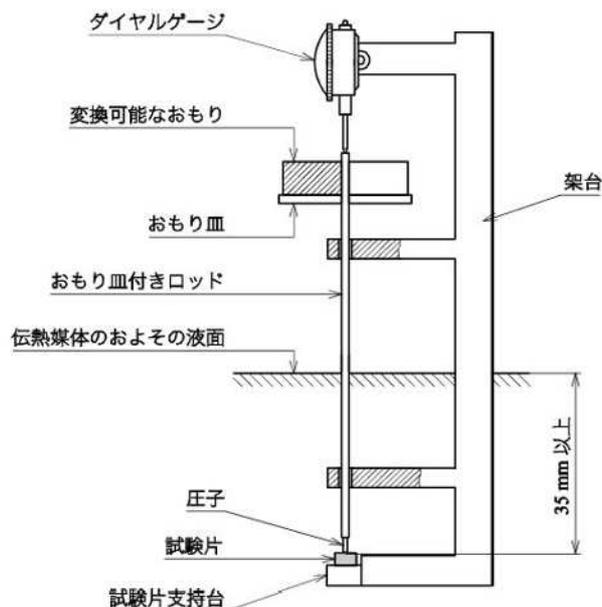


図 参 2-11-1 JIS K 6816 規格の試験装置の例

〈出典：「JIS ハンドブック 配管 I（基本）」〉

参考資料 3. 管きよ更生工法の要求性能に関する評価・試験方法 (複合管) (抜粋)

1. 耐荷能力…………… 参 3-3
2. 熱安定性…………… 参 3-4

※従前から変更となる項目のみ抜粋して掲載しています。

1. 耐荷能力

既設管きよに人が入って調査できない場合、構造計算に必要な既設管きよの残存強さ等を理論的に判断することが難しい。そのため、事前に確認している外圧試験結果で対象とした管きよが「プレキャスト鉄筋コンクリート製品 (JIS A 5372)」に示す新管の破壊荷重規格値を上回っていることを確認し、構造計算に替えることができることとした。

例えば円形管の外圧試験では、既設管きよの劣化状態を人為的に再現した供試体を使用し、JSWAS A-1 等に準じた試験を実施する (図 参 3-1-1 参照)。ただし、JSWAS A-1 では、鉄筋コンクリート管の耐荷能力をひび割れ強さにより評価しているが、既にひび割れしている既設管きよと更生材が一体となって構造体を成している複合管の耐荷能力の確認は、外圧試験でひび割れ強さを適切に評価することが難しいため、破壊強さを評価対象とする等の注意が必要となる。また、既設管の劣化状態により複合管の破壊強さは異なる。(ボックスカルバートの外圧試験は、JSWAS A-12 に準じた試験を実施する)。

なお、種々の劣化状態を人為的に再現した既設管きよを更生した場合の外圧試験結果例については、本参考の末尾に付している「補足-2 種々の劣化状態にある既設管における更生後の外圧試験結果例」にも記載しているので参考とするとよい。

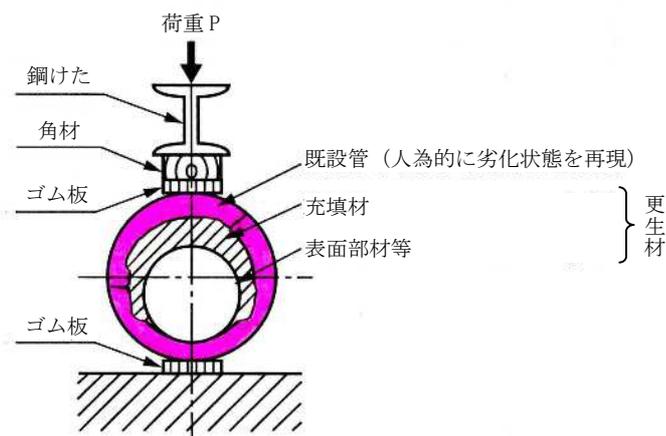


図 参 3-1-1 外圧試験の概要

2. 熱安定性

複合管の熱可塑性プラスチックである表面部材は、流下する下水により高温にさらされると、軟化する可能性があるため、ビカット軟化温度を確認する必要がある。

ビカット軟化温度は、表 参 3-8-1 に示すとおり、表面部材に応じて「プラスチック-熱可塑性プラスチック-ビカット軟化温度 (VST) の求め方 (JIS K 7206)」より試験し、性能を確認する。

表 参 3-8-1 物理的特性試験方法

表面部材	試験方法
ポリエチレン樹脂	JIS K 7206 (A50 法) 【申告値以上、ただし 100°C 以上】
硬質塩化ビニル樹脂	JIS K 7206 (B50 法) 【申告値以上、ただし 75°C 以上】

【 】内は、判定基準を示す。

A50 法：試験荷重 10N 及び昇温速度 50°C/h

B50 法：試験荷重 50N 及び昇温速度 50°C/h

(1) 原理

平面部をもつ標準的な押し込み圧子が、プラスチックの試験片表面に 1mm 侵入したときの温度を求める。規定した一定速度で試験片を加熱する間、押し込み圧子によって、試験片に対して垂直に規定の力を負荷する。

1mm 侵入した領域にできるだけ近いところで測定した試験片の温度 (°C) を、VST とする。

(2) 試験片

- a) 試験片数は、試験材料ごとに、少なくとも 2 個とする。試験片の寸法は、厚さが 3~6.5mm で、一辺が 10mm 以上の正方板、又は直径が 10mm 以上の円板でなければならない。試験片の上下両面は、平滑かつ平行であり、ばりのないものでなければならない。試験片は、試験材料に関する規定がある場合は、その方法に従って作製する。規定がない場合には、受渡当事者間で合意があれば、適切な方法で試験片を作製してもよい。
- b) 成形材料 (例えば、粉末状、粒状等) で提出された場合、材料に関する規定によって、又は材料に関する規定がない場合は、JIS K 7151, JIS K 7152-1, JIS K 7152-2, JIS K 7152-3 若しくは JIS K 7139 によって、3~6.5mm の厚さの試験片に成形しなければならない。これらが適用できない場合には、受渡当事者間の合意があれば、ほかの手順に従ってもよい。
- c) シートの場合、試験片の厚さは、そのシートの厚さでなければならない。ただし、次の場合はその限りではない。
 - ・シートの厚さが 6.5mm を超えるときは、JIS K 7144 に従ってシートの片面を機械加工によって削り、その厚さを 3~6.5mm とし、もう一方の面は、そのままにする。試験面は、機械加工面を使用しない。
 - ・シートの厚さが 3mm より薄い場合は、3 枚を超えない範囲でそのまま重ね合わせ、合計の厚さを 3~6.5mm としなければならない。この場合、一番上の (測定する) シート厚さは、

1.5mm 以上とする。薄い材料を重ね合わせた場合は、必ずしも同じ測定結果を得ることはならない。

・試験結果は、試験片の成形条件に依存する場合がある。試験結果が成形条件に強く依存する場合には、受渡当事者間の同意があれば、特別なアニーリング又は前処理を行ってもよい。

(3) 試験方法

- a) 液体加熱槽又は流動床を使用する場合、おもりを載せない荷重棒の押込み圧子の先端を下にして、押込み圧子に対して垂直になるように、試験片を水平に置く。直接接触加熱ユニットを使用する場合、試験片の上に押込み圧子を置かないで、押込み圧子の動く方向に対して垂直になるように、試験片を水平に置く。押込み圧子の先端は、試験片の端から 3mm 以上離れた位置にしなければならない。試験片支持台に接触している試験片の表面は、平滑でなければならない。
- b) 液体加熱槽又は流動床を使用する場合、負荷装置を加熱装置に入れる。直接接触加熱ユニットを使用する場合、試験片は、二つのブロックの間に置き、押込み圧子を試験片の上に接触するまで下げる。個々の試験を開始する前の加熱装置の温度は、25℃以下でなければならない。ただし、以前の試験で、25℃を超える温度で試験を開始しても誤差が生じないことが分かっている場合は、この限りではない。液体加熱槽又は流動床を使用する場合、温度計の球状部又は温度測定装置のセンサーは、試験片と同じ高さで、かつ、できる限り近くに置く。直接接触加熱ユニットの場合、センサーは、試験片にできるだけ近い位置の加熱ブロックに入れる。
- c) 試験片にかかる総荷重が、A50 及び A120 の場合には、 $(10 \pm 0.2)N$ 、B50 及び B120 の場合には、 $(50 \pm 1)N$ になるように、押込み圧子をそのままにして、おもり支持板におもりを置く（又はその他の適切な方法で押込み圧子に荷重をかける。）。荷重をかけて 5 分後、侵入深さ測定器の読みを記録するか又は読みをゼロにする。
- d) 温度を、 $(50 \pm 5)^\circ C/h$ 又は $(120 \pm 10)^\circ C/h$ の一定速度で上昇させる。液体加熱槽又は流動床の場合は、伝熱媒体を十分にかくはんする。基準試験を行う場合は、 $50^\circ C/h$ の昇温速度で行う。

注記 材料によっては、速い昇温速度 ($120^\circ C/h$) で試験した場合、ビカット軟化温度 (VST) が、 $50^\circ C/h$ で測定した温度より、最大で $10^\circ C$ 程度高めになることがある。

- e) 圧子の先端が、9.3 で規定した試験開始時の位置から、試験片中に $(1 \pm 0.01)mm$ 侵入したときの熱媒体の温度、又は加熱ブロックの温度を記録する。この温度を試験片のビカット軟化温度 (VST) として記録する。
- f) 個々の測定値の差が $2^\circ C$ を超えない場合は、算術平均値をその試験材料のビカット軟化温度 (VST) とする。個々の測定値の差が $2^\circ C$ を超えた場合は、全ての結果を記録し (箇条 11h)、さらに、少なくとも 2 個以上の試験片を用いて 2 回目の試験を行う。繰返し試験を行った場合は、1 回目及び 2 回目の全てのビカット軟化温度 (VST) の値を、試験報告書に記載する。ビカット軟化温度 (VST) は、有効数字 3 桁で報告する。