

現 行	改 正 (案)	備 考
<p data-bbox="350 569 1130 716">空港土木施設設計要領 （構造設計編）</p> <p data-bbox="498 1381 982 1528">平成31年4月 （令和4年4月一部改正）</p> <p data-bbox="439 1738 1041 1801">国土交通省航空局</p>	<p data-bbox="1516 569 2297 716">空港土木施設設計要領 （構造設計編）</p> <p data-bbox="1665 1381 2148 1528">平成31年4月 （令和6年4月一部改正）</p> <p data-bbox="1605 1738 2208 1801">国土交通省航空局</p>	

現 行	改 正 (案)	備 考
<p>第6章 管構造物</p> <p>6.4.3 たわみ性管の性能照査</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(1) たわみ性管渠の安全性が確保されていることを確認するため、強度及びたわみ率について照査するものとする。</p> <p>(2) (1)の性能照査にあたっては、主たる作用が土圧である永続状態、主たる作用が載荷重である変動状態において、たわみ性管に生ずる曲げ応力度、管のたわみ率が、付録-5「材料及び許容応力度」に規定する管の許容曲げ応力度、許容たわみ率以下であれば、(1)を満足するとみなすことができる。</p> </div> <p>(1) たわみ性管は、曲げに対する安全性のほか、たわみに対する安全性も十分に考慮する必要がある。</p> <p>(2) 鉛直土圧及び載荷重による鉛直荷重によって生じる曲げ応力度は、強化プラスチック複合管及び硬質塩化ビニル管の場合、式(6.4.4)により算出することができる。</p> $\sigma = \frac{(k_1 \cdot q_d + k_2 \cdot q_l) r^2}{Z} \dots\dots\dots(6.4.4)$ <p>ここで、</p> <p>σ : 曲げ応力度 (N/mm²)</p> <p>k_1 : 埋戻し土に対する曲げモーメント係数 (表-6.4.2)</p> <p>k_2 : 載荷重に対する曲げモーメント係数 (表-6.4.2)</p> <p>q_d : 鉛直土圧 (N/mm²)</p> <p>q_l : 載荷重による鉛直土圧 (N/mm²)</p> <p>r : 管厚中心半径 (mm)</p> <p>Z : 管の断面係数 (mm³/mm)</p> <p>なお、最大曲げ応力度は、標準的に管頂部と管底部の両方について計算を行いその大きい方の値とすることができる</p> <p>(3) 鉛直土圧及び載荷重による鉛直荷重によって生じる管のたわみ率は、強化プラスチック複合管及び硬質塩化ビニル管の場合、式(6.4.5)により算出することができる。</p> $V = \frac{50(k_3 \cdot q_d + k_4 \cdot q_l)r^3}{EI} \dots\dots\dots(6.4.5)$ <p>ここで、</p> <p>V : たわみ率 (%)</p> <p>k_3 : 埋戻し土に対するたわみ係数 (表-6.4.2)</p> <p>k_4 : 載荷重に対するたわみ係数 (表-6.4.2)</p> <p>EI : 管の曲げ剛性 (N・mm²/mm) VP, VU 管の場合は $EI = E \times I$</p> <p>E : 硬質塩化ビニルの弾性係数 2,942N/mm²</p> <p>I : 管の断面二次モーメント (mm⁴/mm)</p> <p>q_d : 鉛直土圧 (N/mm²)</p> <p>q_l : 載荷重による鉛直土圧 (N/mm²)</p>	<p>第6章 管構造物</p> <p>6.4.3 たわみ性管の性能照査</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(1) たわみ性管渠の安全性が確保されていることを確認するため、強度及びたわみ率について照査するものとする。</p> <p>(2) 性能照査にあたっては、主たる作用が土圧である永続状態、主たる作用が載荷重である変動状態において、たわみ性管に生ずる曲げ応力度、管のたわみ率が、各たわみ性管に規定される許容曲げ応力度、許容たわみ率以下であれば、(1)を満足するとみなすことができる。</p> </div> <p>(1) たわみ性管は、曲げに対する安全性のほか、たわみに対する安全性も十分に考慮する必要がある。</p> <p>(2) 鉛直土圧及び載荷重による鉛直荷重によって生じる曲げ応力度は、強化プラスチック複合管、硬質塩化ビニル管及び高耐圧ポリエチレン管の場合、「道路土工 カルバート工指針」⁸⁾を参考とすることができる。</p> <p>なお、強化プラスチック複合管及び硬質塩化ビニル管の最大曲げ応力度は、標準的に管頂部と管底部の両方について計算を行いその大きい方の値とすることができる。</p> <p>(3) 鉛直土圧及び載荷重による鉛直荷重によって生じる管のたわみ率は、強化プラスチック複合管、硬質塩化ビニル管及び高耐圧ポリエチレン管の場合、「道路土工 カルバート工指針」⁸⁾を参考とすることができる。</p>	<p>付録-5の記載を削除</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高耐圧ポリエチレン管を追加 ・式(6.4.4)を削除し、「道路土工 カルバート工指針」を参考とする旨を記載 ・最大曲げ応力度を管頂部と管底部の両方について計算を行うのは、強化プラスチック複合管及び硬質塩化ビニル管とする(道路土工に記載のあるものとする) ・高耐圧ポリエチレン管を追加 ・式(6.4.5), 表-6.4.2 を削除し、「道路土工 カルバート工指針」を参考とする旨を記載

現 行		改 正 (案)		備 考																																									
<p>表-6.4.2 曲げモーメント係数及びたわみ係数</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">施工支承角 θ</th> <th rowspan="2">有効支承角 2α</th> <th rowspan="2">管の位置</th> <th colspan="2">曲げモーメント係数</th> <th colspan="2">たわみ係数</th> </tr> <tr> <th>k_1</th> <th>k_2</th> <th>k_3</th> <th>k_4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">90°</td> <td rowspan="2">60°</td> <td>管頂</td> <td>0.132</td> <td>0.079</td> <td rowspan="2">0.102</td> <td rowspan="2">0.030</td> </tr> <tr> <td>管底</td> <td>0.223</td> <td>0.011</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">180°</td> <td rowspan="2">90°</td> <td>管頂</td> <td>0.120</td> <td>0.079</td> <td rowspan="2">0.085</td> <td rowspan="2">0.030</td> </tr> <tr> <td>管底</td> <td>0.160</td> <td>0.011</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">360°</td> <td rowspan="2">120°</td> <td>管頂</td> <td>0.107</td> <td>0.079</td> <td rowspan="2">0.070</td> <td rowspan="2">0.030</td> </tr> <tr> <td>管底</td> <td>0.121</td> <td>0.011</td> </tr> </tbody> </table> <p>硬質塩化ビニル管の施工支承角は 360° を標準する。</p> <p>(4) 管厚中心半径，管の断面係数，管の曲げ剛性，管の断面二次モーメントに関する管渠の諸元は付録-5「材料及び許容応力度」を参照することができる。</p> <p>(5) たわみ性管に関する設計の詳細等については、「道路土工 カルバート工指針」⁸⁾，「下水道用強化プラスチック複合管 (K-2)」²⁵⁾等を参考とすることができる。</p> <p>(6) 他の構造物に接続する場合は，不同沈下や地震等による相対変位によって接続部分に過大な応力が発生するのを防ぐ対策を行う。</p> <p>(7) たわみ性管のレベルー及びレベル二地震動に対する限界状態や性能照査方法については，「下水道施設の耐震対策指針と解説」²³⁾を参考とすることができる。また，地震動が作用する場合の断面力等の設計応答値については，震度法や応答変位法により算出することができ，その詳細については耐震設計編を参照し，「下水道施設の耐震対策指針と解説」²³⁾を参考とすることができる。</p> <p>(8) FRPM 管の許容曲げ応力度や許容たわみ率は，表-6.4.3 を参照することができる。</p>					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		k_1	k_2	k_3	k_4	90°	60°	管頂	0.132	0.079	0.102	0.030	管底	0.223	0.011	180°	90°	管頂	0.120	0.079	0.085	0.030	管底	0.160	0.011	360°	120°	管頂	0.107	0.079	0.070	0.030	管底	0.121	0.011
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																																					
			k_1	k_2	k_3	k_4																																							
90°	60°	管頂	0.132	0.079	0.102	0.030																																							
		管底	0.223	0.011																																									
180°	90°	管頂	0.120	0.079	0.085	0.030																																							
		管底	0.160	0.011																																									
360°	120°	管頂	0.107	0.079	0.070	0.030																																							
		管底	0.121	0.011																																									
<p>表-6.4.3 FRPM 管の許容曲げ応力度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">呼び径</th> <th colspan="2">B 形及び C 形 (N/mm²)</th> </tr> <tr> <th>1 種</th> <th>2 種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200~250</td> <td>85.0</td> <td>55.7</td> </tr> <tr> <td>300~350</td> <td>90.0</td> <td>60.3</td> </tr> <tr> <td>400~450</td> <td>94.6</td> <td>65.3</td> </tr> <tr> <td>500~900</td> <td rowspan="3">105.0</td> <td rowspan="3">72.0</td> </tr> <tr> <td>1,000~1,500</td> </tr> <tr> <td>1,650~3,000</td> </tr> </tbody> </table>					呼び径	B 形及び C 形 (N/mm ²)		1 種	2 種	200~250	85.0	55.7	300~350	90.0	60.3	400~450	94.6	65.3	500~900	105.0	72.0	1,000~1,500	1,650~3,000																						
呼び径	B 形及び C 形 (N/mm ²)																																												
	1 種	2 種																																											
200~250	85.0	55.7																																											
300~350	90.0	60.3																																											
400~450	94.6	65.3																																											
500~900	105.0	72.0																																											
1,000~1,500																																													
1,650~3,000																																													
			<p>(4) 強化プラスチック複合管，硬質塩化ビニル管及び高耐圧ポリエチレン管に関する設計の詳細等については，「道路土工 カルバート工指針」⁸⁾，「下水道用強化プラスチック複合管 (K-2)」²⁵⁾を参考とすることができる。</p> <p>(5) 他の構造物に接続する場合は，不同沈下や地震等による相対変位によって接続部分に過大な応力が発生するのを防ぐ対策を行う。</p> <p>(6) たわみ性管のレベルー及びレベル二地震動に対する限界状態や性能照査方法については，「下水道施設の耐震対策指針と解説」²³⁾を参考とすることができる。また，地震動が作用する場合の断面力等の設計応答値については，震度法や応答変位法により算出することができ，その詳細については耐震設計編を参照し，「下水道施設の耐震対策指針と解説」²³⁾を参考とすることができる。</p> <p>(7) 強化プラスチック複合管，硬質塩化ビニル管及び高耐圧ポリエチレン管の許容曲げ応力度や許容たわみ率は，「道路土工 カルバート工指針」⁸⁾を参考とすることができる。</p>																																										
			<p>・付録-5 のたわみ性管の記載削除に伴い，現行(4)を削除</p> <p>・各管種名を記載</p> <p>・等を削除</p> <p>・三種類のたわみ性管の記載とし，また，「道路土工カルバート工指針」を参考とするため表は削除(名称も上記と統一)</p>																																										

現 行	改 正 (案)	備 考										
<p style="text-align: center;">表-6.4.4 FRPM 管の許容たわみ率</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>基礎の種類</th> <th>砕石基礎</th> <th>砂基礎</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>許容たわみ率 (%)</td> <td>5.0</td> <td>4.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>(9) 硬質塩化ビニル管 (VP 管, VU 管) の許容曲げ応力度, 許容たわみ率は, 表-6.4.5 に示す値を用いることができる.</p> <p style="text-align: center;">表-6.4.5 硬質塩化ビニル管の許容曲げ応力度及び許容たわみ率</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td>許容曲げ応力度</td> <td>17.7N/mm²</td> </tr> <tr> <td>許容たわみ率 (%)</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table> <p>(10) 第 3 章「作用」に示す一時荷重とみなす範囲における FRPM 管や VP 管・VU 管の許容曲げ応力度及び許容たわみ率は, 割増しを考慮し 1.5 倍とすることができる.</p> <p>(11) 配水管の上部に荷重が載る場合には, 管体強度やたわみ量に関する検討を行なう必要があり, その検討については, 「水道施設設計指針」²⁶⁾を参考とすることができる.</p> <p>(12) 配水管のレベルー地震動に対する性能照査方法については, 「水道施設設計指針」²⁶⁾を参考とすることができる. また, 地震動が作用する場合の変形量等の設計応答値については, 震度法や応答変位法により算定することができ, その詳細については耐震設計編を参照し, 「水道施設耐震工法指針・解説」²⁷⁾を参考とすることができる. 耐震対策は, 管本体の構造だけではなく, 継ぎ手構造にも配慮する必要がある.</p>	基礎の種類	砕石基礎	砂基礎	許容たわみ率 (%)	5.0	4.0	許容曲げ応力度	17.7N/mm ²	許容たわみ率 (%)	5%	<p style="text-align: center;">改 正 (案)</p> <p>(8) 第 3 章「作用」に示す一時荷重とみなす範囲における強化プラスチック複合管, 硬質塩化ビニル管及び高耐圧ポリエチレン管の許容曲げ応力度及び許容たわみ率は, 割増しを考慮し 1.5 倍とすることができる.</p> <p>(9) 配水管の上部に荷重が載る場合には, 管体強度やたわみ量に関する検討を行なう必要があり, その検討については, 「水道施設設計指針」²⁶⁾を参考とすることができる.</p> <p>(10) 配水管のレベルー地震動に対する性能照査方法については, 「水道施設設計指針」²⁶⁾を参考とすることができる. また, 地震動が作用する場合の変形量等の設計応答値については, 震度法や応答変位法により算定することができ, その詳細については耐震設計編を参照し, 「水道施設耐震工法指針・解説」²⁷⁾を参考とすることができる. 耐震対策は, 管本体の構造だけではなく, 継ぎ手構造にも配慮する必要がある.</p>	<p>・現行(9)は, 上記の改正(7)にまとめられることから削除</p> <p>・高耐圧ポリエチレン管を追加</p>
基礎の種類	砕石基礎	砂基礎										
許容たわみ率 (%)	5.0	4.0										
許容曲げ応力度	17.7N/mm ²											
許容たわみ率 (%)	5%											

現 行		改 正 (案)		備考																																																																															
付録-5 材料及び許容応力度 5.3 管材 (1) 設計に用いる諸数値		付録-5 材料及び許容応力度 5.3 管材 (1) 設計に用いる諸数値																																																																																	
付表-5.8 ~ 付表-5.11 省略		付表-5.8 ~ 付表-5.11 省略																																																																																	
<p style="text-align: center;">付表-5.12 設計に用いる諸数値 (VP 管及び VU 管)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>呼び径</th> <th>管厚中心半径 r (mm)</th> <th>断面係数 Z (mm³/mm)</th> <th>断面二次 モーメント I (mm⁴/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="6">VP</td><td>100</td><td>53.45</td><td>8.40</td><td>29.80</td></tr> <tr><td>125</td><td>66.25</td><td>9.38</td><td>35.20</td></tr> <tr><td>150</td><td>77.70</td><td>15.40</td><td>73.70</td></tr> <tr><td>200</td><td>102.50</td><td>20.20</td><td>111.00</td></tr> <tr><td>250</td><td>126.70</td><td>30.80</td><td>210.00</td></tr> <tr><td>300</td><td>150.90</td><td>43.70</td><td>354.00</td></tr> <tr><td rowspan="11">VU</td><td>100</td><td>55.25</td><td>2.04</td><td>3.57</td></tr> <tr><td>125</td><td>67.75</td><td>3.38</td><td>7.59</td></tr> <tr><td>150</td><td>79.75</td><td>5.04</td><td>13.90</td></tr> <tr><td>200</td><td>104.50</td><td>8.17</td><td>28.60</td></tr> <tr><td>250</td><td>129.30</td><td>11.80</td><td>49.40</td></tr> <tr><td>300</td><td>154.10</td><td>16.30</td><td>80.90</td></tr> <tr><td>350</td><td>179.40</td><td>20.90</td><td>117.00</td></tr> <tr><td>400</td><td>203.70</td><td>26.50</td><td>167.00</td></tr> <tr><td>450</td><td>228.00</td><td>33.10</td><td>234.00</td></tr> <tr><td>500</td><td>252.20</td><td>40.60</td><td>316.00</td></tr> <tr><td>600</td><td>305.40</td><td>61.40</td><td>589.00</td></tr> <tr><td>700</td><td>354.70</td><td>85.10</td><td>962.00</td></tr> </tbody> </table>		種類	呼び径	管厚中心半径 r (mm)	断面係数 Z (mm ³ /mm)	断面二次 モーメント I (mm ⁴ /mm)	VP	100	53.45	8.40	29.80	125	66.25	9.38	35.20	150	77.70	15.40	73.70	200	102.50	20.20	111.00	250	126.70	30.80	210.00	300	150.90	43.70	354.00	VU	100	55.25	2.04	3.57	125	67.75	3.38	7.59	150	79.75	5.04	13.90	200	104.50	8.17	28.60	250	129.30	11.80	49.40	300	154.10	16.30	80.90	350	179.40	20.90	117.00	400	203.70	26.50	167.00	450	228.00	33.10	234.00	500	252.20	40.60	316.00	600	305.40	61.40	589.00	700	354.70	85.10	962.00	付表-5.12 削除		<ul style="list-style-type: none"> 「道路土工 カルバート工指針」を参考とするため削除
種類	呼び径	管厚中心半径 r (mm)	断面係数 Z (mm ³ /mm)	断面二次 モーメント I (mm ⁴ /mm)																																																																															
VP	100	53.45	8.40	29.80																																																																															
	125	66.25	9.38	35.20																																																																															
	150	77.70	15.40	73.70																																																																															
	200	102.50	20.20	111.00																																																																															
	250	126.70	30.80	210.00																																																																															
	300	150.90	43.70	354.00																																																																															
VU	100	55.25	2.04	3.57																																																																															
	125	67.75	3.38	7.59																																																																															
	150	79.75	5.04	13.90																																																																															
	200	104.50	8.17	28.60																																																																															
	250	129.30	11.80	49.40																																																																															
	300	154.10	16.30	80.90																																																																															
	350	179.40	20.90	117.00																																																																															
	400	203.70	26.50	167.00																																																																															
	450	228.00	33.10	234.00																																																																															
	500	252.20	40.60	316.00																																																																															
	600	305.40	61.40	589.00																																																																															
700	354.70	85.10	962.00																																																																																

現 行

改 正 (案)

備考

付表-5.13 設計に用いる諸数値 (FRPM 管 (B 形及び C 形))

呼び径	管厚中心半径 r (mm)	管の曲げ剛性 EI ($N \cdot mm^2/mm$)		断面係数 Z (mm^3/mm)
		1 種	2 種	
200	103.50	491,630	322,990	8.17
250	128.75	604,690	397,270	9.38
300	154.00	793,600	524,800	10.67
350	179.25	951,890	629,480	12.04
400	204.50	1,190,700	801,900	13.50
450	229.75	1,400,400	943,110	15.04
500	255.00	1,841,700	1,225,000	16.67
600	306.00	3,182,400	2,116,800	24.00
700	357.00	5,053,500	3,361,400	32.67
800	408.00	7,543,500	5,017,600	42.67
900	459.00	10,741,000	7,144,200	54.00
1,000	510.00	14,733,000	9,800,000	66.67
1,100	561.00	19,610,000	13,044,000	80.67
1,200	612.00	25,459,000	16,934,000	96.00
1,350	688.50	36,250,000	24,112,000	121.50
1,500	765.00	49,725,000	33,075,000	150.00
1,650	841.50	66,184,000	44,023,000	181.50
1,800	918.00	85,925,000	57,154,000	216.00
2,000	1,020.00	117,870,000	78,400,000	266.67
2,200	1,122.00	156,880,000	104,350,000	322.67
2,400	1,224.00	203,670,000	135,480,000	384.00
2,600	1,326.00	258,950,000	172,240,000	450.67
2,800	1,428.00	323,430,000	215,130,000	522.67
3,000	1,530.00	397,800,000	264,600,000	600.00

付表-5.13 削 除

・「道路土工 カルバート
工指針」を参考とするた
め削除

(2) 許容応力度等

付表-5.14 FRPM 管の許容曲げ応力度

呼び径	B 形及び C 形 (N/mm ²)	
	1 種	2 種
200~250	85.0	55.7
300~350	90.0	60.3
400~450	94.6	65.3
500~900	105.0	72.0
1,000~1,500		
1,650~3,000		

付表-5.15 FRPM 管の許容たわみ率

基礎の種類	碎石基礎	砂基礎
許容たわみ率(%)	5.0	4.0

付表-5.16 VP 管・VU 管の許容曲げ応力度及び許容たわみ率

許容曲げ応力度	17.7N/mm ²
許容たわみ率(%)	5%

(3) 許容応力度等の割増

一時荷重とみなす範囲における FRPM 管や VP 管・VU 管の許容曲げ応力度及び許容たわみ率は、割増しを考慮し 1.5 倍とすることができる。

(2) 削 除

(3) 削 除

・「道路土工 カルバート工指針」を参考とするため削除

・本文の解説(8)に記載があるため削除