

セラミックコンクリート管の強度に関する研究

山口大学工学部 学生員 ○半田剛也
 山口大学工学部 正会員 浜田純夫
 山口大学工学部 正会員 兼行啓治
 浅野工事 正会員 森川慎吾

1. まえがき

下水の伝達手段として、一般的に管きよが使用されている。管きよは最も重要な下水道施設の一つであり、その建設には莫大な事業費が投じられている。最近、頻繁に自然流下系管きよの損傷による道路の陥没事故が報告されている。通常考えられている耐用年数と比べ異常な速さでヒューム管の損壊が起こったためである。これは、下水中に硫化水素が発生し、それがバクテリアの作用により硫酸となり、その硫酸がコンクリートを崩壊させることが原因である。

この硫酸によるコンクリートの腐食は、下水中の温度と管路施設の温度差による水蒸気の結露によって進行する。コンクリート中の遊離性水酸化カルシウムが硫酸と反応して硫酸カルシウムとなり、その硫酸カルシウムとアルミン酸カルシウムの水和物から、白い結晶を持つセメントバチルスが生成される。このセメントバチルスが、徐々に膨張してコンクリートを崩壊させるのである。

このことから、一般的な下水に使用されているヒューム管が酸に弱いことは明らかである。そのため現在、耐腐食性材料の開発が検討されている。そこで本研究では、腐食性に強いことが知られている陶管をヒューム管の内面として、ひとつの複合ヒューム管を作製した。しかし、陶管自体には強度が非常に弱いという欠点があるため、複合ヒューム管としたときの強度を知る必要がある。そこで本論文では、主に強度の面から、この複合ヒューム管を検討したものである。

2. 試験方法

供試体は陶管のまわりに直接コンクリートを打設する方法と、陶管と市販のヒューム管との間にコンクリートまたはモルタルを打設する方法の2種類の方法により作製した。又、コンクリート中にはヒューム管と同様の鉄筋 ($Pu=3900 \text{ Kg/cm}^2$; 径3.1mm) を配筋した。陶管はJIS規格である市販の管(厚管、並管の2種類: 内径15cm)を使用し、供試体長は厚管30cm、並管28cmとした。各供試体のタイプを表-1に示す。

コンクリート及びモルタルの配合を表-2, 3に示す。尚、コンクリートの配合は、ヒューム管の配合と同一である。

呼び名	内径	陶 管		コンクリート		ヒューム管	
		管厚	外径	管厚	外径	管厚	外径
厚管	148	20	188				
				31	250		
				26	240		
				7	202	27	256
並管	147	11.5	170	40	250		
				35	240		
				16	202	27	256
						27	256
ヒューム管のみ							

表-1 供試体のタイプ

最大骨材 寸法(mm)	スランプ (cm)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材率 S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)			
				水	セメント	細骨材	粗骨材
10	0	40	51	185	463	841	859

表-2 コンクリートの配合

水セメント比 W/C (%)	単 位 量 (kg/m ³)		
	水	セメント	細骨材
40	271	679	859

表-3 モルタルの配合

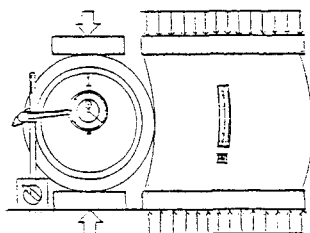


図-1 載荷状態

又、載荷方法は万能試験機を用い、図-1の様な状態で行った。

3. 試験結果及び考察

コンクリート及びモルタルの材料試験結果($\phi 7.5 \times 15$ cmの円柱供試体)を表-4に示す。

各供試体の最大外圧時のたわみとひずみを表-5に、そのひび割れ状況の数例を図-4~図-7に示す。これからわかるように、厚管、並管ともに市販のヒューム管と合成したものが最も大きな耐力を得ている。これは、ひび割れ図を見てわかるように、断面内の外側からのひびに起因するものであると考えられる。つまり、水平方向端部に生じた曲げ引張力に対して、今回の供試体の中ではその鉄筋位置が最も外部に近かった市販ヒューム管との合成管が有効に引張力を受け持ったためであろう。

一方、垂直方向のひびは内側から入っており、内側にも引張力が作用していることがわかる。

これらのことから、陶管の周囲にコンクリートを打設する際、内側と外側に鉄筋を配置する複鉄筋とすれば、より大きな耐力が期待できると考えられる。

図-2, 3に外圧とたわみの関係を示す。これらにより、複合ヒューム管の変形は、最大外圧まで外圧とほぼ比例的関係があることがわかる。

又、複合ヒューム管の最大外圧時のひずみは 200×10^{-6} 程度であり、本実験下では管種による差はみられなかった。

4. 結論

実験結果からわかるように、本研究における耐腐食性としての複合ヒューム管は、コンクリートと陶管が一体となって作用していることが判明し、その強度はヒューム管に比べて相当大きいことが確認された。つまり、陶管とコンクリート管を合わせた断面の厚さで耐力の設計が出来るものと考えられる。

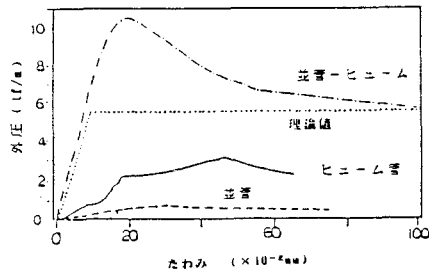


図-2 外圧-たわみ 関係図(並管-ヒューム)

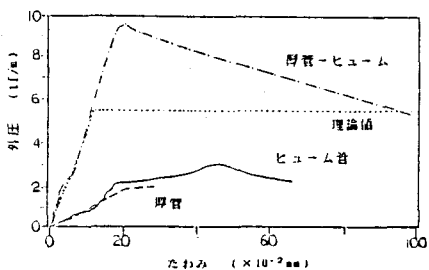


図-3 外圧-たわみ 関係図(厚管-ヒューム)

表-4 材料試験結果

供試体	最大外圧 (t/cm²)	最大外圧時のたわみ ($\times 10^{-2}$ mm)	最大外圧時のひずみ ($\times 10^{-6}$)
コンクリート	6.41	3.6	3.69×10^{-5}
	8.70	3.0	3.09×10^{-5}
厚管のみ	NO.1	2.07	28.3
	NO.2	2.33	18.8
厚管-VU	NO.1	9.52	17.9
	NO.2	9.40	25.0
厚管-VP	NO.1	8.10	30.5
	NO.2	7.57	23.4
厚管-ヒューム	NO.1	9.60	20.2
	NO.2	9.80	19.8
並管のみ	NO.1	6.81	16.7
	NO.2	8.96	31.4
並管-VU	NO.1	9.64	13.8
	NO.2	10.92	26.3
並管-VP	NO.1	9.39	21.1
	NO.2	8.71	25.5
並管-ヒューム	NO.1	10.44	16.0
	NO.2	10.48	19.0
ヒューム管のみ	3.07	47.0	32.7

表-5 最大外圧時のたわみとひずみ

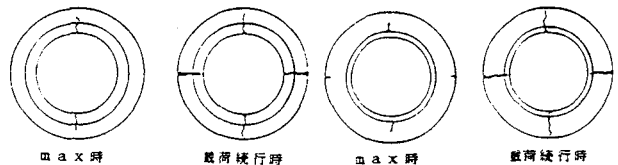


図-4 厚管-VP ひび割れ図

図-5 並管-VP ひび割れ図

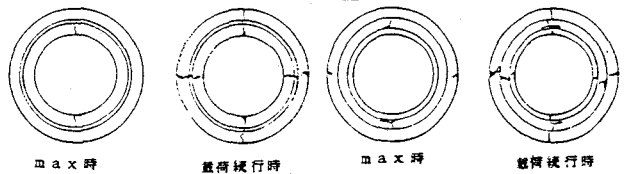


図-6 厚管-ヒューム ひび割れ図

図-7 並管-ヒューム ひび割れ図