

管更生管と下水道用硬質塩化ビニル管との耐摩耗性試験の比較

日本管更生技術協会
音喜多 源市郎

1. まえがき

近年、下水道管渠の老朽化に伴い、非開削、短期間施工が可能な、管更生工法にて老朽管の補修(更生)が都市部を中心に採用されている。管更生工法の多くは、材質がプラスチック製であり、既存のプラスチック製である硬質塩化ビニル管と管更生管とは、物性が似ている。管更生管の日本国内における実績年数は浅く、その物性が十分に確立させていないのが現状と思われる。物性と一口に言っても、多様であるが、力学的物性(圧縮、引張り、曲げ)に関しては解明されているが、耐摩耗性に関しては、十分解明されているとは言えない。今後、実績が多数になるにつれて、経年変化を調査する事によって、耐摩耗性を実測値より判断できる可能性はあるが、現状では、試験により判断する必要があると思われる。よって、管更生管と下水道用硬質塩化ビニル管との耐摩耗性試験の比較を検証するものである。

2. 耐摩耗性試験

2-1 試験方法: JIS K 7204 プラスチック-摩耗輪による摩耗試験方法に準拠

摩耗輪: H18、試験荷重: 9.8N、回転速度: 60回転 min^{-1} 、

試験回数: 500回、1000回

試料数: 3体

2-2 試験片区分: 下水道用硬質塩化ビニル管(JIS K 6741規格品)

管更生管(ポリエステル系熱硬化性樹脂)

2-3 試験結果

連続500回摩耗試験結果

実施年月日	項目	下水道用 硬質塩化ビニル管	管更生管
H17.9.13	平均摩耗質量(mg)	71.9	12.5
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.07	0.01
H17.11.14	平均摩耗質量(mg)	134.5	43.1
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.12	0.03
H18.12.27	平均摩耗質量(mg)	91.8	241.9
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.10	0.18
H19.1.31	平均摩耗質量(mg)	104.2	39.3
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.14	0.05
H19.11.13	平均摩耗質量(mg)	120.7	34.9
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.16	0.03
合計	合計平均摩耗質量(mg)	523.1	371.7
	合計試験前質量に対する摩耗率(%)	0.12	0.07

連続1000回摩耗試験結果

実施年月日	項目	下水道用	管更生管
		硬質塩化ビニル管	
H17.9.13	平均摩耗質量(mg)	161.5	25.8
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.16	0.03
H17.11.14	平均摩耗質量(mg)	261.3	88.9
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.24	0.07
H18.12.27	平均摩耗質量(mg)	197.9	436.3
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.21	0.32
H19.1.31	平均摩耗質量(mg)	199.6	73.2
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.27	0.09
H19.11.13	平均摩耗質量(mg)	252.4	77
	試験前質量に対する摩耗率(%)	0.33	0.07
合計	合計平均摩耗質量(mg)	1072.7	701.2
	合計試験前質量に対する摩耗率(%)	0.24	0.13

3. 試験結果検証

区分	項目	下水道用	管更生管
		硬質塩化ビニル管	
連続500回	合計平均摩耗質量(mg)	523.1	371.7
	合計試験前質量に対する摩耗率(%)	0.12	0.07
連続1000回	合計平均摩耗質量(mg)	1072.7	701.2
	合計試験前質量に対する摩耗率(%)	0.24	0.13

上記の表では、管更生管が、下水道用硬質塩化ビニル管に比べて、かなり摩耗質量が小さい。

上記の耐摩耗試験は、同日、同一の室内試験場で実施しており、摩耗に影響を与える温度、湿度は同一条件である。

下記に、双方の物性を記す

物性比較表

	単位	下水道用	管更生管
		硬質塩化ビニル管	
比重		1.43	1.30
引張強さ	N/mm ²	52	21
圧縮強さ	N/mm ²	72.6	90
ポアソン比		0.38	0.30
曲げ強さ	N/mm ²	88.3	40
弾性係数	N/mm ²	2940	2500
線膨脹係数	/°C	6~7×10 ⁻⁵	9×10 ⁻⁵
粗度係数	m-1/3S1	0.01以下	0.0095

上記の表より、物性値の大幅な差はない。

摩擦には、様々な種類があり、互いに作用する要素や運動のタイプによって分類される。

摩耗輪による耐摩耗試験の場合、運動のタイプより、すべり摩擦が発生していると思われる。

上記の試験結果に大幅な差が発生した原因のヒトツとして、すべり摩擦により発生した摩耗粉が、母材に擬着する現象が考えられるが、その影響を定量的に判断できない。

下水道管渠内には、汚水、雨水、土砂等が、流れており、その際に発生する摩擦は、

液体エロージョン摩擦(液体の粒子が衝突する事で母材表面が損傷、摩耗する摩擦)と思われる。

ここで、流体を用いた他の耐摩耗試験のデータを参照する。

硬質塩化ビニル管と他管種の耐摩耗試験結果

管種	摩耗					
	1時間後		2時間後		3時間後	
	量(mm)	(%)	量(mm)	(%)	量(mm)	(%)
硬質塩化ビニル管	0.004	0.06	0.009	0.12	0.013	0.18
遠心力鉄筋コンクリート管	0.068	0.25	0.136	0.50	0.204	0.75
厚陶管	0.039	0.18	0.077	0.37	0.116	0.55

※参照文献: 下水道用硬質塩化ビニル管 技術資料 平成17年6月改訂

試験方法: 水と砂の混合液による耐摩耗試験

摩耗率(%)は、摩耗量(厚みの減少量)を元の管厚で除したものの百分率。

上記の表では個々の材質を比較し、強度および硬度にかなりの差があるが、粗度係数に着目する。

	粗度係数	摩耗量 (3時間)
硬質塩化ビニル管	0.010	0.18
遠心力鉄筋コンクリート管	0.014	0.75
厚陶管	0.013	0.55

摩耗量は、粗度係数の大小と一応比例しており、管の表面の滑らかさが摩耗量に影響を与えている可能性がある。

しかし、一般的には、硬度が大きい(硬い)材質程、摩耗量が小さい傾向にあると思われる。

上記の結果では、硬度が大きい遠心力鉄筋コンクリート管が、逆に摩耗量が大きく矛盾する。

現状は、プラスチックとコンクリートの硬度を同一次元で比較する試験方法が見当たらない。

4. まとめ

耐摩耗性に関しては、摩擦のメカニズムが大きく関わっていると思われる。本件では液体エロージョン摩擦が適切な摩擦と判断したが、その明確な根拠は示していない。又、摩耗に対しては、硬度の影響もあると思われるが、その解明も、なされていない。しかしながら、今後、試験によるデータを積重ね、その結果を理論的に解明する事が、重要であると思われる。

そこで、今後、以下の点を考慮した耐摩耗性試験を実施するべきと考える。

1. 耐摩耗試験は、流体(水、砂等)を用いる。
2. 硬度が摩耗に及ぼす影響が未知であるが、硬度試験も実施し、その結果を反映させる。
(プラスチック製の比較とし、ロックウェル硬さ試験(JIS K 7202-2)を実施)

問合せ先: 日本管更生技術協会 TEL 0297-30-8102 kanto@jpr-ta.com