

(V-79)セラミック管の疲労性状に関する研究

日 本 大 学 ○ 河 合 紘 茲
日本下水道事業団 鈴 木 宏
全国陶管工業組合 森 昭 男

1、まえがき

道路下に敷設された下水道管は、一般的に道路面からの繰返し応力による破壊事故は少ないとされてきたが、実状では破壊事故が続発している。現行の J I S 及び J S W A S の指針は、静的強度によって規定されており、動的強度を考慮した規定となっていないのが現状である。本文では、マンホール部近傍に発生する輪荷重の繰返し応力に着目し、セラミック管及び鉄筋コンクリート管の静的材料試験を参考にして疲労試験を行い、セラミック管の疲労性状を明らかにすると共に、繰返し応力を考慮した敷設設計の基礎資料を提供するものである。

2、供試管

下水道整備事業計画は、大都市の処理人工普及率の向上に伴い、重点施策が地方中小都市の小口径管面整備へと移行しつつある。このような背景から、供試管は将来中小地方都市で敷設距離が一番見込まれているφ250mm×L 2000mmを取り上げた。

3、静的圧縮試験及び曲げ試験

1) 試験方法

圧縮試験及び曲げ試験は図-1に示すように、J I S 及び J S W A S に準拠し、破壊時まで単調に载荷した。なお、供試管上下面に凹凸吸収の目的で挿入している耐圧ホース（セラミック管の標準試験方法）、硬質ゴム（鉄筋コンクリート管の標準試験方法）、フレッシュパット（本試験で提案する試験方法）の3種について比較試験を行った。これは疲労試験時に、凹凸吸収材の変形作用による影響を確認する目的である。

2) 試験結果

圧縮試験の結果を表-1に示す。表-1において、セラミック管の圧縮強度は、約6630～6743Kgf/mであって、凹凸吸収材による影響は認められなかった。

破壊形態は管軸方向に、円周をはば四分割して破壊に至っている。

曲げ試験の結果を図-2に示す。図-2において、曲げスパン350、700、1000及び1500mmの曲げ強度は、それぞれ約3040、3470、3497及び2947Kgf/mであった。力学的には集中荷重要因を除いて、同一荷重であれば曲げスパン幅が狭いほど耐力は大となるが、曲げスパン700～1000mmの範囲で最大となった。曲げスパン350mmの曲げ耐力が小さくなったのは、集中荷重載荷傾

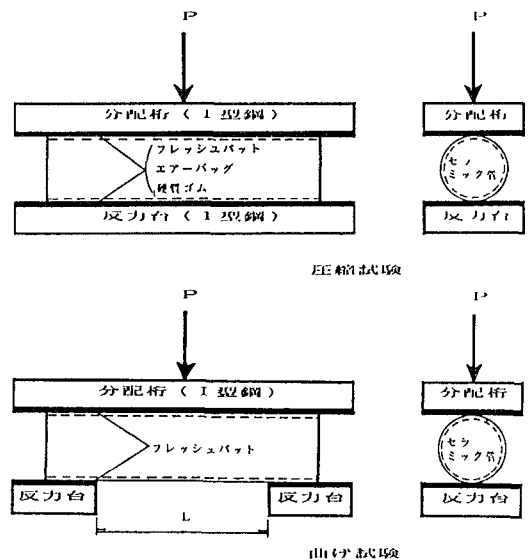


図-1 圧縮及び曲げ試験载荷方法

表-1 凹凸吸収材による静的圧縮試験結果

供試体番号 No.	セラミック推進管上下面の凹凸吸収材種類		
	エアバッグ	硬質ゴム	フレッシュパット
1	6600 Kgf/m	6490 Kgf/m	6680 Kgf/m
2	6790 "	6630 "	6750 "
3	6830 "	6770 "	6800 "
平均	6740 Kgf/m	6630 Kgf/m	6743 Kgf/m

向にあったと推測される。まげスパン1500mmの場合、支点部近傍からひびわれが発生し、破壊に至っていることから剪断破壊に因ると推測される。

4、圧縮及び曲げ疲労試験

1) 試験方法

圧縮及び曲げ試験は現行のJIS及びJSWAS規格との関連を重視して、前述の静的試験に準拠した。
 載荷方法は分配桁を介して、供試管に繰り返し線荷重が均等に作用するように載荷した。載荷応力は試験機の能力を考慮して、下限応力を250Kgf/mと一定にした。上限応力は、(社)日本下水道協会、下水道推進工法、指針と解説の活荷重を参考にして、圧縮疲労試験は2000Kgf/m、曲げ疲労試験は1000kgf/mから試験状況に応じて、250～500kgf/mの範囲で上昇させた。繰り返し速さは、セラミック材料の機械的性質を考慮して1.5Hzとした。

2) 試験結果

圧縮疲労試験の結果を表-2に示す。表-2において、供試管上下面に凹凸吸収材の目的で挿入した吸収材によって、試験結果に相当の差異が認められた。これは凹凸吸収材によって、繰り返し作用時に線荷重から面荷重に変化することによると推察される。したがって、疲労試験は静的試験結果と合わせ考え、フレッシュパットを凹凸吸収材として用いることにした。

フレッシュパットによる圧縮疲労試験結果を図-3に示す。図-3において、繰り返し回数と応力のS-N線図回帰式を求めると式(1)で示される。

$$y = 476.4 - 329.7 \log N \quad \text{-----} \quad (1)$$

式(1)によって200×10⁴回圧縮疲労強度を求めると2669Kgf/mとなり、静的圧縮強度の約40%に相当する。一般的に材料の疲労強度は、静的強度の約50～60%程度とされていることから、本試験結果は約10～20%程度小さくなっている。しかし、JSWAS、R-3で規定している静的圧縮強度4000Kgf/mに対しては約65%に相当する。このことから、セラミック管の200×10⁴回圧縮疲労強度は約2650Kgf/mが提案できる。

曲げ疲労試験結果は、載荷荷重1t/m、曲げスパン350、1000及び1500mmでは、繰り返し回数3000～4000回でひびわれが発生したが、スパン700mmでは35,000回でひびわれが発生した。このことから、静的曲げ試験結果と合わせ考えれば、曲げ応力が発生し易いマンホール部近傍では、長さ約700mm程度の管または、可動管を用いることを提案する。

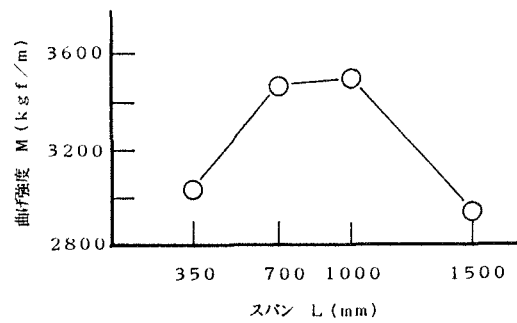


図-2 静的曲げ試験結果

表-2 凹凸吸収材による圧縮疲労試験結果

載荷々重 Kgf/m	繰り返し回数 (N×10 ⁴)		
	エアバッグ	硬質ゴム	フレッシュパット
2000	7.23	6.09	200
	14.46	8.19	200
	32.76	11.31	200
	39.11	21.56	-
	66.37	24.99	-

注) フレッシュパットは200万回繰り返しに対して、何れも破壊に至らなかった。

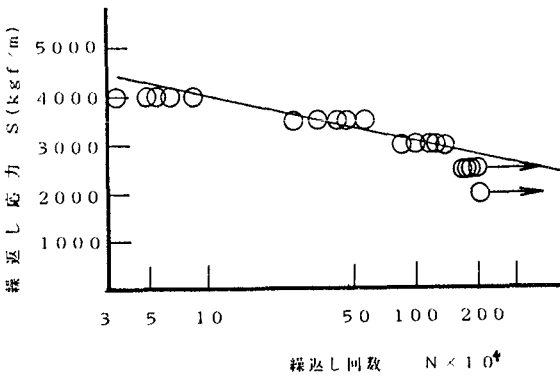


図-3 S-N線図