

Ⅱ - 75

静的水圧载荷による管破壊の実験的研究

東北学院大学工学部 正 員 河野 幸夫
東北学院大学工学部 学生員 ○ 菅 康博

1. 序論

現在上水道、オイルパイプライン、原子力を含む発電用パイプラインなど使用されている各種のパイプにおいて様々な破壊が問題となっている。しかし水撃圧による管の破壊等は動的解析ということであまりなされてこなかった。それに対し静的解析に関しては最近の理論解析の進歩にはめざましいものがある。本研究では静的な水圧载荷による管破壊実験を行い水撃圧による動的水撃破壊実験結果との比較検討を行った。

2. 破壊試験

1) 供試体 内径56mm、肉厚2mmの塩化ビニール管を30cmに切落とし中央部分10cmを旋盤にて厚さ0.4mmに削り落とし、両端にネジ山のついたソケットを接着剤を用いて取付ける。

（図-1 供試体図 参照）

2) 試験装置と試験方法 供試体の両端に圧力変換器が取付けられ、载荷された水圧は波形記憶装置にて記憶される。供試体は偏心、引張りなどの作用力が働かないように鋼板にて固定し水圧のみによって破壊する。载荷開始から破壊までの時間を約2分間とし（水撃破壊の約2000倍の载荷時間）波形記憶装置の時間の設定を行い電動ポンプにてゆっくりと载荷を行う。水圧は供試体の両端に設置された2個の圧力変換器によりピックアップされ動歪計にて増幅され波形記憶装置にて記憶される。その後ペンレコーダーにて波形を描き出し圧力データとする。この実験は同時にVTR及び写真にて撮影され破壊状況やブルドン管式圧力計に示される破壊圧力、偏心荷重の有無及び漏水などをチェックした後、正式にデータとして採用した。

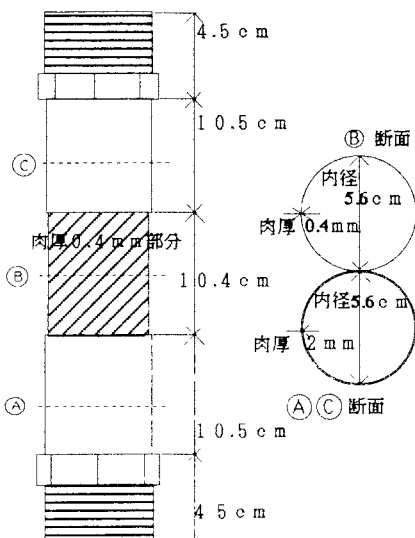


図-1（供試体図）

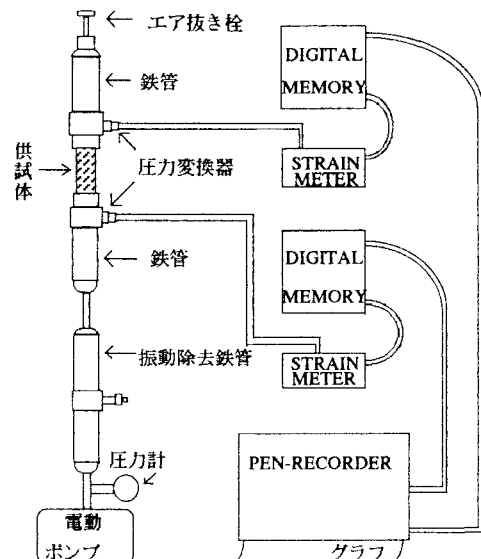


図-2（実験装置図）

3. 実験結果

破壊圧力として平均圧力 $p = 11.586(\text{kgf/cm}^2)$ 、最大圧力 $p = 12.600(\text{kgf/cm}^2)$ 、最小圧力 $p = 9.99(\text{kgf/cm}^2)$ となり、偏心荷重及び引っ張り荷重がかかった場合は $p = 8.74(\text{kgf/cm}^2)$ と水圧のみによる破壊圧力よりも低い値で破壊した。(図-3 圧力グラフ参照) 破片の最大飛散距離として最大で供試体の直径 D (5.6 cm) の24倍まで飛散するという結果が出た。又、偏心がかかった場合、水圧のみで破壊した場合よりも小さい値(8倍)で飛散するという結果が得られ、水の最大飛散距離として最大で供試体の直径 D (5.6 cm) の30倍まで飛散ということがわかった。破片の最大数として10個、偏心荷重及び引っ張り荷重のかかった場合でも同様の結果が得られた。

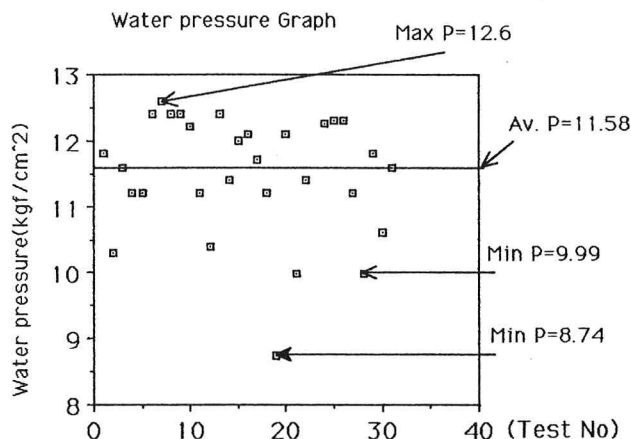


図-3 (圧力グラフ)

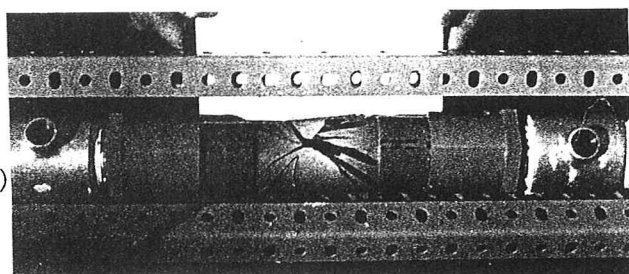


図-4 (破壊状況写真)

4. 結論

(1) 破壊圧力の平均は $11.58(\text{kgf/cm}^2)$ になり、水撃圧による破壊と比較すると平均圧力で $14.88(\text{kgf/cm}^2)$ となり23%水撃破壊の方が高い値となった。その時の载荷時間の差は $0.07(\text{sec})$ と $120(\text{sec})$ であり約2000倍の差がある。

(2) 管の破壊する位置として特に決まった点はなく断面に対しどの角度からも平均に破壊するという結果がでた。水撃圧による実験でも同様の結果が出ていることより2次元応力解析結果の破壊位置の等方性を満足している。以上より塩化ビニール管と材質を特定してはいるものの、水撃圧による動的载荷においても設計上23%の安全率と考えた場合静的応力解析で十分対応できるものと思われる。

(3) 静的载荷による破壊状況として水圧が载荷されるにつれて供試体が膨らみ始め白いラインが入りそのある一点から亀裂が入ると破壊が始まりほぼX状に破壊する。引っ張りや偏心などの外力がかかった場合にはX状には亀裂が生じない。又実験中に発生する破片数は最多で10個となり、飛距離は最大で供試体の直径の24倍となった。