

II - 33

引張が加わる場合の塩化ビニール管破壊実験

東北学院大学 学生員○戸田 暁久

東北学院大学 正員 河野 幸夫

I 序論

近年、パイプラインの破壊事故が各地で発生し、その中には軸方向への伸びも考慮なくてはならない管もあるということから、本研究は以下のような目的によって行った。

II 目的

- (1) 供試体は固定せず供試体への引張力も考慮した上で、塩化ビニール管を破壊する。
- (2) 供試体への水圧载荷による管破壊実験を行い、破壊圧力、水圧载荷時間を求める。
- (3) 供試体破壊時における、破水、破片の飛散距離を求めることで、実際に利用されている管径の何倍までの距離に到達するか推測する。
- (4) 破壊の結果が得られた破面から破壊位置を求め、全供試体から得られたデータを集計し、破壊角度の分布状況を求める。
- (5) 静的から動的への移行範囲を実験結果により推測し、破壊状況も細かく考察する。

III 実験装置及び実験方法

1 供試体（図-1）

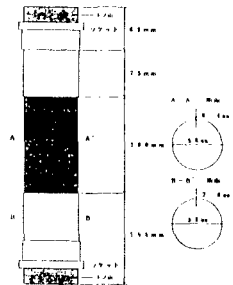
本研究で使用した供試体は、市販されている塩化ビニール管の中央部を肉厚0.4mmに削り、両端部に水道用硬質塩化ビニールソケットを接着剤にて取り付けただけのものである。

2 実験装置（図-2）

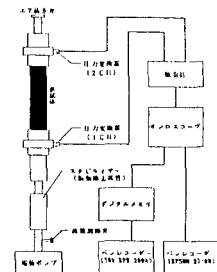
実験装置は供試体と鉄管を接続し、電動ポンプからの水の脈動を防ぐ振動除去管、流量調節弁、エア抜弁を設けたものである。

3 実験方法

- (1) 供試体の先端部に破壊圧力変換器を取り付ける。
- (2) 供試体は固定せず軸方向への伸びが加わるようにする。
- (3) 载荷開始から破壊までの時間は、0秒から1000秒程度を均等に行い、流量調節弁で流量の調節を行い、電動ポンプにてゆっくりと水圧载荷を行う。
- (4) オシロスコープに描かれた波形を下に、圧力と载荷時間を求め、同時にストップウォッチも使用し目測でも計測する。
- (5) 载荷された水圧はペンレコーダにて描きだされる。
- (6) 遍心荷重、漏水等の有無、その他を細かくチェックする。



(図-1) 供試体断面

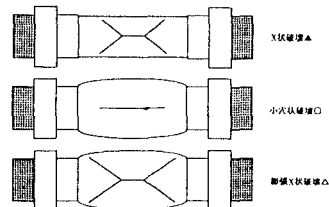


(図-2) 実験装置概略図

IV 実験結果及び考察

本実験における供試体数は全部で30本である。ただし、破壊しなかったもの、漏水、空気混入、偏心等で問題の生じた5本は除き、実験データとして扱うのは25本である。

図-3は本実験で得られた破壊形状を示したものである。



(図-3) 破壊形状

図-4のグラフは縦軸に破壊圧力、横軸に载荷時間を取り、実験データの分布図を表わしたものである。又、図中の▲はX状に破壊したものであり、●は膨張し小さな穴で破壊したものを示す。全体的に見ると载荷時間が短くなると破壊圧力は上昇する結果となっている。

図-5のグラフは具体的に载荷速度の影響を動的载荷範囲と準静的载荷範囲に分ける為、破壊形状別のデータで最小二乗法により破壊圧力と载荷時間の近似直線を得たものである。

X状破壊 ($0 \leq t \leq 0.70$) $P = 11.03 - 1.67t \dots\dots\dots ①$

小穴状破壊 ($2.58 \leq t$) 平均破壊圧力 $P = 8.32 \text{ kgf/cm}^2 \dots\dots\dots ②$

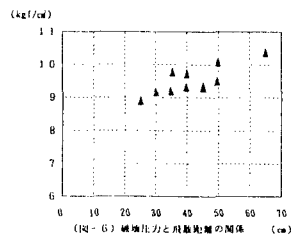
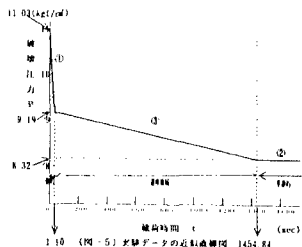
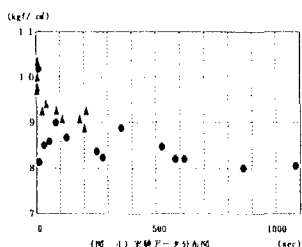
X状と小穴状が両方あるもの ($0.70 < t < 2.58$)

$P = 9.19 - 0.000598t \dots\dots\dots ③$

以上の①式、②式より動的载荷範囲と準静的载荷範囲に分けたが、この2つの間の領域の▲は膨張した後X状破壊をしていることが分かった為、X状から小穴状への遷移領域とし、③式とした。

- ・ $t = 0 \sim 1.10$ 秒 動的载荷範囲
- ・ $t = 1.10 \sim 1454.84$ 秒 遷移領域
- ・ $t = 1454.84$ 秒～ 準静的载荷範囲

図-6のグラフは縦軸に破壊圧力、横軸に破片の飛散距離を示している。全体的に見ると破壊圧力が大きくなると破片の飛散距離は大きくなる。



V 結論

- (1) 管の破壊位置は管のあらゆる方向に分布しているので、本実験の供試体の管径では、水の重力の影響は無視できる結果となった。
- (2) 破壊形状は破壊面がX状に亀裂を生じて破壊(X状破壊)する場合と、膨張しその膨張面の管路方向に白い線が入り、線の付近に小さな穴を形成する破壊(小穴状破壊)、さらに膨張してからX状に破壊(膨張X状破壊)の3種類に分けられる。そして载荷時間が増加するにつれ、X状破壊から小穴状破壊へ変化していく傾向が得られた。
- (3) 破壊形状別に破壊圧力と载荷時間の近似直線を得た結果、破壊圧力がほぼ一定となり载荷速度に影響のない準静的範囲と、材料の動的特性により破壊圧力が上昇する動的範囲と、その間の遷移領域の3つの範囲に分けることができた。
- (4) 本実験の破片の飛散状況からは、飛散距離は管径の約4.5～12倍程度であり、管路破裂時の最大影響半径を推測できることが判った。

参考文献

- ・ 構造物の衝撃挙動と設計法(土木工学構造工学委員会)
(社団法人土木学会)