

準静的、動的载荷による塩化ビニル管の動的強度について

東北学院大学工学部 学生会員 菅原 康太
佐野 貴史
東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

1. 目的

本研究では、塩化ビニル管の供試体を電動ポンプによる水圧载荷によって実際に破壊し以下の項目を目的とする。

- (1) 最大圧力、水圧载荷時間と供試体の破壊状況がどのような関係になっているかを明らかにする。
- (2) 最大圧力と水圧载荷時間との関係をグラフに表す。
- (3) 高速度カメラによって撮影した破壊画像より、破壊形状ごとに分類して比較する。

2. 水圧破壊実験方法

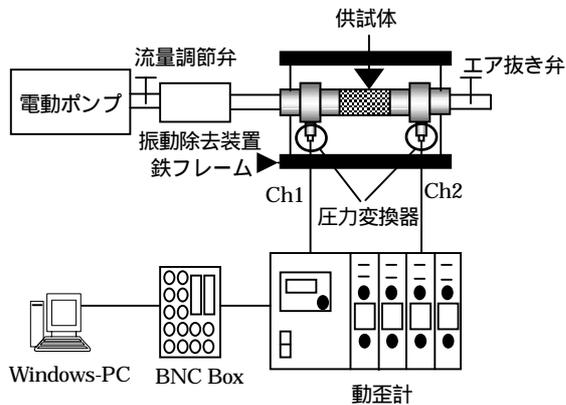


図 - 1 水圧破壊実験装置図

- (1) 供試体を実験装置に接続し、偏心、引張りなどの他の作用力が動かないように注意して、管路軸方向の伸びが発生しないように4本のL字フレームによりしっかりと固定する。
- (2) 供試体の両端部分に圧力変換器 (ch1, ch2) を取り付ける。
- (3) 実験装置内に電動ポンプにて水を満たす。エア抜き弁を開けたまま、空気が残留しないように鉄管自体を45度傾けて行う。出口から水が出てきたことを確認し、流量調節弁により流量を調節し電動ポンプの電源を切ると同時にエア抜き弁を一端閉める。
- (4) 水が流れないように電動ポンプと流量調節弁の間にある弁を閉じ、圧力を調節する赤いつまみで圧力を調節する。
- (5) 気温、水温の測定後実験を開始する
- (6) 電動ポンプによって水圧载荷する。载荷開始から破壊までの载荷時間は0 ~ 900秒程度で行い、水圧载荷中は供試体接続部、圧力変換器取り付け部などから水漏れがないかチェックする。

3. 実験結果

破壊状況の検討

(1) 完全 X 状破壊

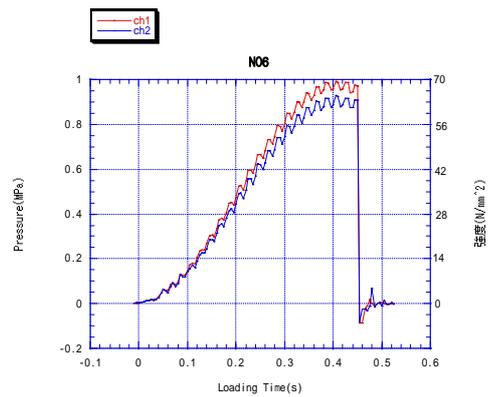


図 2 完全 X 状破壊

最大圧力
0.986MPa まで
0.47 秒かかり塑
性状態をほとん
ど伴わずに急速
に破壊する。

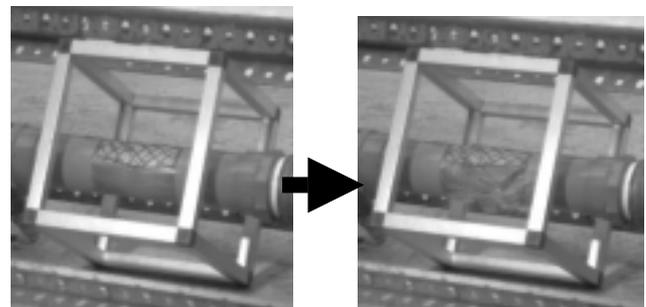


図 3 破壊 0.0005 秒前

図 4 完全 X 状破壊

(2) 膨脹 X 状破壊

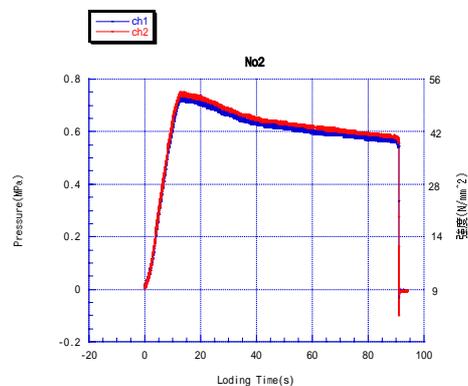


図 5 膨脹 X 状破壊

最大圧力
0.754Mpa まで 14
秒かかり 77 秒間の
塑性状態を経て
破壊時圧力
0.565Mpa で急速
に破壊する。

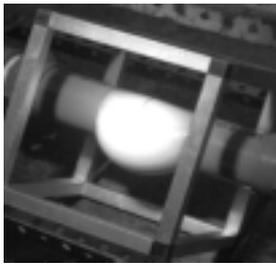


図 6 破壊 0.0005 秒前

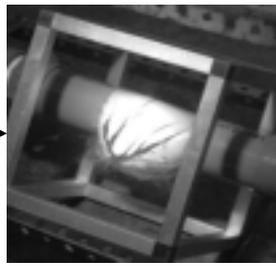


図 7 膨張 X 状破壊

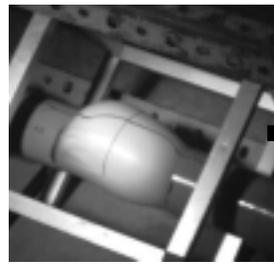


図 - 12 破壊 0.0005 秒前



図 - 13 膨張破裂破壊

(3)小穴状破壊

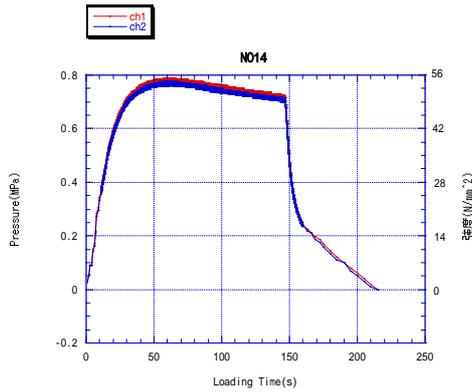


図 - 8 小穴状破壊

最大圧力 0.781MPa
 まで 65.065 秒か
 かり 82.685 秒間の塑
 性状態を経て破壊時
 圧力 0.717MPa で穴
 が空き始め 67.85 秒
 かけて緩やかに圧力
 が下がって穴が完全
 に空ききっている。

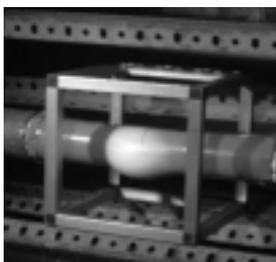


図 - 9 破壊 0.0005 秒前

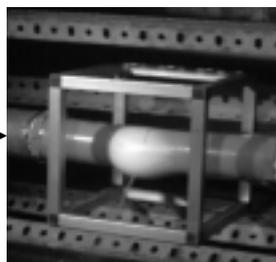


図 - 10 小穴状破壊

(4)膨張破裂破壊

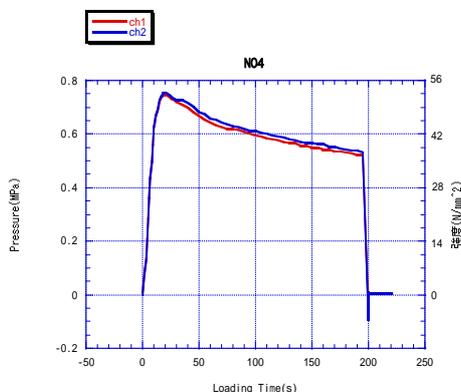


図 - 11 膨張破裂破壊

最大圧力
 0.746MPa まで
 20 秒かかり 180
 秒後の塑性状態を
 経て破壊時圧力
 0.552MPa で急速
 に破壊する。

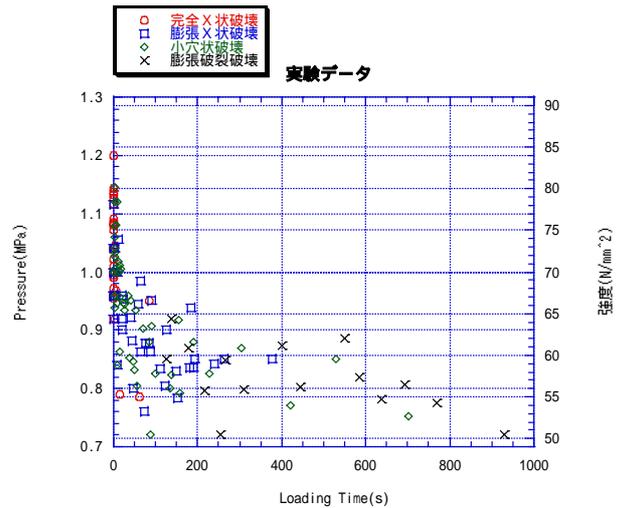


図 - 14 水圧荷重時間と最大圧力の相互関係

4. 結論

(1) 荷重時間が 150 秒 ~ (準静的荷重)

最大圧力はほぼ 0.7 ~ 0.85(Mpa)と収束している。完全 X 状破壊以外のものが多く見られた。このことから荷重時間の長いものは延性的な破壊になっている。

(2) 荷重時間が 0 ~ 10 秒 (動的荷重)

最大圧力は、0.7 ~ 1.2(MPa)と範囲がバラバラとなっている。中でも、完全 X 状破壊が多くみられ荷重時間が短い場合は 強度は高い状態で破壊する脆性破壊が多く見られた。

(3) 荷重時間が 10 ~ 150 秒 (遷移的領域)

最大圧力は、0.7 ~ 1.05(Mpa)とこちらも範囲にばらつきが見られた。こちらも、完全 X 状破壊以外のもの多く見られた。このことから荷重時間の中くらいのものも延性的な破壊になっているといえる。

参考文献

関本 真也:水圧荷重による塩化ビニル管の破壊実験についての研究