

塩化ビニル管の動的・準静的時の強度について

東北学院大学工学部 学生会員 ○高橋 広喜
学生会員 菅原 康太
東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫

1. 目的

本研究では、塩化ビニル供試体に電動ポンプによる水圧载荷を行い、载荷時間を変化させ実際に破壊し、以下の項目を明らかにすることを研究目的とする。

- (1) 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) 公式を用いて塩化ビニル供試体の強度を算定する。
- (3) 最大圧力及び強度と水圧载荷時間をグラフに表し、どのような関係になっているかを検討する。

2. 水圧破壊実験方法

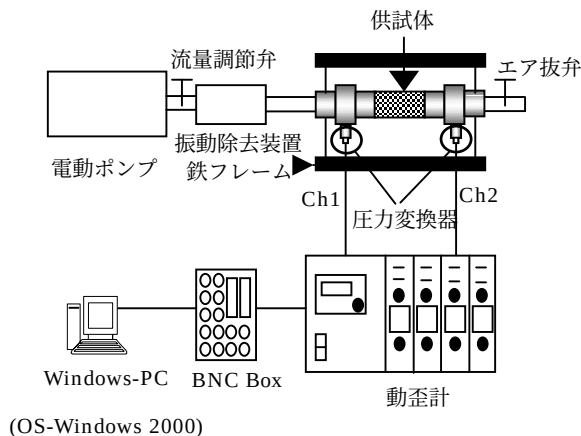


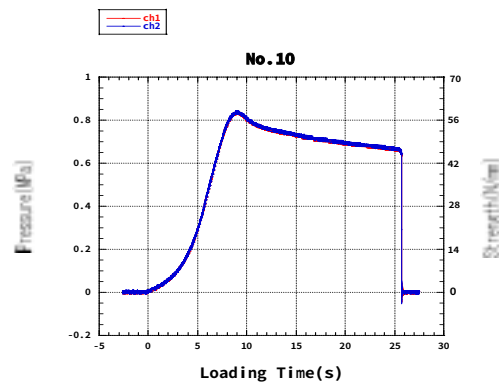
図-1 水圧破壊実験装置図

図-1は水圧破壊の装置図を示している。鉄管の中心部分に、塩化ビニル供試体を取り付け、さらに圧力計、電動ポンプを取り付ける。また引っ張りなどの作用が働かないように、4本のL字フレームでしっかりと固定する。破壊時の圧力を測定するため供試体の両端に圧力変換器 CH1 と CH2 を取り付け動歪計、BNCBOX を経由して Windows-PC に接続する。また、画像も同時に撮影するため、2 台の高速度カメラも設置する。気温、水温の測定後実験を開始する。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程度行い、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をチェックする。

3. 実験結果

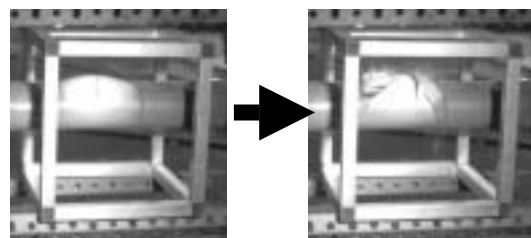
破壊状況の検討

3.1 膨張破裂破壊



载荷時間 26 秒のグラフ

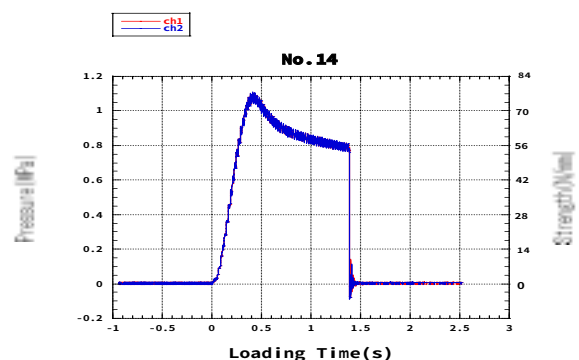
図-2 は膨張破裂破壊の波形を示している。縦軸に圧力、横軸に時間をとる。载荷開始から 8 秒後、最大圧力 0.831Mpa をとり、16 秒の塑性状態をへて、破壊圧力 0.643Mpa をとり急速に破断する。



0.02秒後

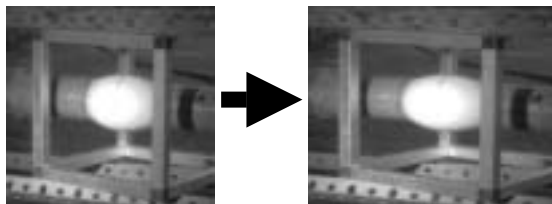
破壊の瞬間

3.2 小穴状破壊



载荷時間 1.4 秒のグラフ

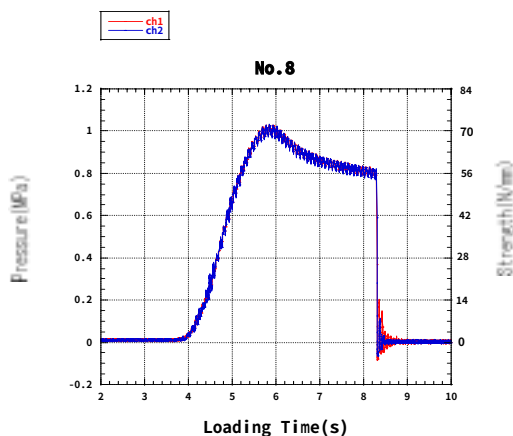
図-3 は小穴状破壊の波形を示している。载荷時間から 1.4 秒後、最大圧力 1.103Mpa をとり、0.5 秒の塑性状態を経て、破壊時圧力 0.802Mpa をとり、破断する。



破壊の 0.02 秒前

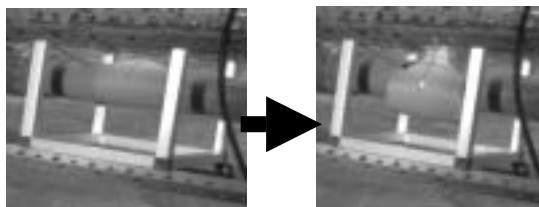
破壊の瞬間

3.3 膨張X状破壊



載荷時間 8.2 秒のグラフ

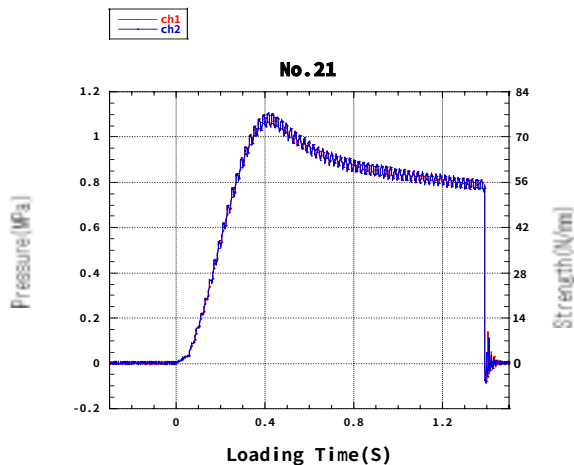
図-3 は膨張 X 状破壊の波形を示している。載荷開始から 5.8 秒後、最大圧力 1.032Mpa をとり、4.8 秒の塑性状態をへて、破壊時圧力 0.911Mpa をとり急速に破断する。



破壊 0.02 秒前

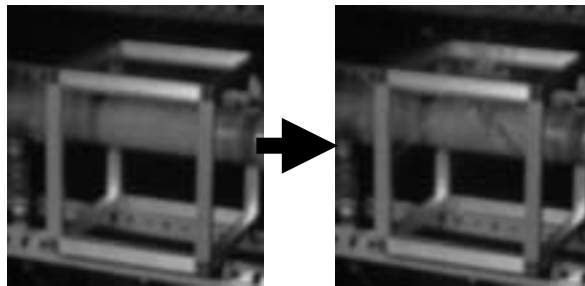
破壊の瞬間

3.4 完全X状破壊



載荷時間 1.3 秒のグラフ

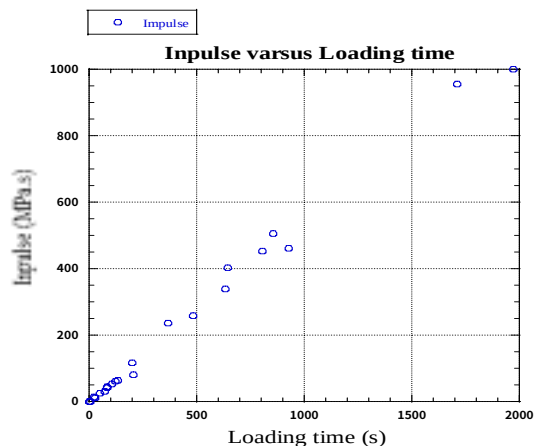
図-4 は完全X状破壊の波形を示している。載荷時間から 0.41 秒後最大圧力 1.082Mpa をとり、急速に破断する。



0.02 秒前

破壊の瞬間

4. 力積



載荷時間が速くなるにつれて、力積は非常に小さくなっている、また逆に載荷時間が遅くなると、力積は非常に大きくなっている。これは載荷時間が短いものは圧力が大きく、長いものは圧力が小さいという特性の逆の結果になっている。つまり載荷時間が速いと圧力は大きくなるが、破壊に必要なとするエネルギーは少ないということである。

5. 結論

- 1) 載荷時間が 150 秒～（準静的載荷）
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。このことから載荷時間の長いものは延性的な破壊になっている。
- (2) 載荷時間が 0～10 秒（動的載荷）
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載荷時間が短い場合は 強度は高い状態で破壊する脆性破壊 が多く見られた。
- (3) 載荷時間が 10～150 秒（中間的載荷）
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 状破壊以外のものも多く見られた。このことから載荷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：金成治置（塩化ビニル管の強度について）
2009 年度卒論