

II-80

載荷時間の変化を考慮した塩化ビニル管の水圧破壊に関する研究

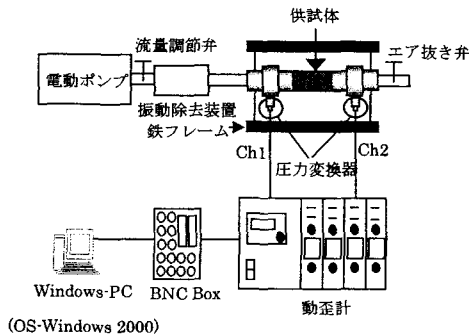
東北学院大学工学部 学生会員 〇門脇 稔
 東北学院大学工学部 正会員 河野 幸夫
 東北学院大学工学部 学生会員 小林 祐也

(1) 実験目的

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載荷によって実際に破壊し以下の項目を目的とする。

- ①最大圧力と水圧載荷時間との関係をグラフに表す。
- ②水圧載荷速度が最大圧力に及ぼす影響を実験的に検討し、その適用範囲（動的載荷範囲と静的載荷範囲）を明らかにする。
- 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検討する。
- ④電子顕微鏡により破壊した供試体の破面を観察し、供試体の破壊状況について破壊形状ごとに検討する。

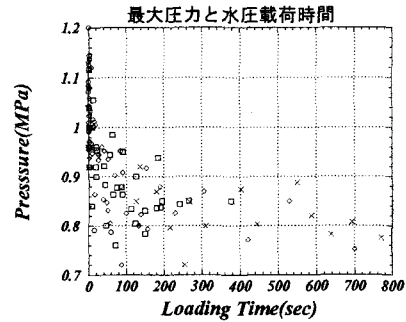
(2) 実験装置略図



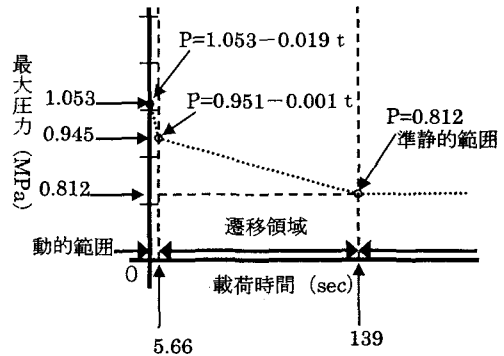
(3) 実験結果

①最大圧力・水圧載荷時間

次のグラフは、縦軸に最大圧力、横軸に載荷時間を取り実験データを分布図に表したものである。また、図中の○は完全X状破壊、□は膨張X状破壊、◇は小穴状破壊、×は膨張破裂破壊を表している。全体的にみると、載荷時間が短くなると最大圧力が上昇する結果となっている。



②動的・準静的載荷範囲の検討



上図より $t = 0 \sim 5.667$ 秒 動的載荷範囲
 $t = 5.667 \sim 139$ 秒 遷移的領域
 $t = 139$ 秒以上 準静的載荷範囲となる。

③破壊状況の検討

図-1、2は膨張破裂破壊の画像である。供試体が弾性状態から塑性状態へ移り供試体が白くなり破壊に至る。このような破壊を延性破壊という。この場合、破面は千切れたように複雑に見える。よって、図-3の破面写真から延性的な破壊と言える。図-4、5は小穴状破壊の画像である。この破壊も延性的な破壊と図-6の写真から言える。図-7、8は膨張X状破壊の画像である。この破壊も膨張して破壊に至るため、図-9の丸で囲んだ部分から見て分かるように千切れたように破壊している。この破壊も延性破壊と言える。図

図-10、11は完全X状破壊の画像である。画像を見ても分かるように、供試体は膨張せずほぼ弾性状態のまま破壊に至る。これを脆性破壊という。この破壊は、図-12の破面を見て分かるように綺麗な破面が確認できる。この破面は脆性破壊の特徴と言える。

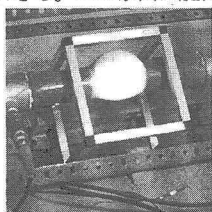


図-1

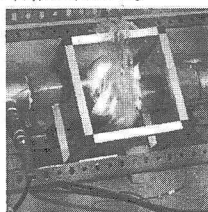


図-2

この破壊は、荷重時間が長く供試体も膨らんでいる。延性的な破壊と破面からも言える。

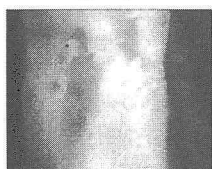


図-3

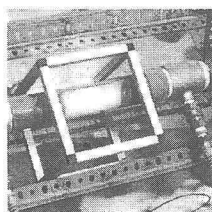


図-4

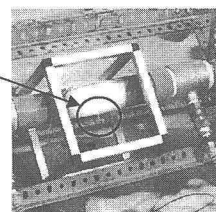


図-5

これも荷重時間が長く膨張し、ある一点で破壊する。延性的な破壊と写真からも言える。

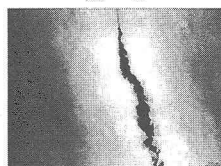


図-6

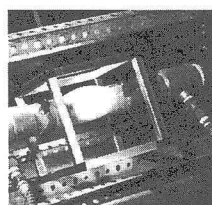


図-7

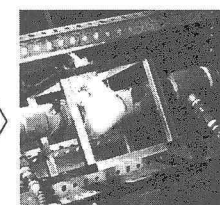


図-8

丸の部分に千切れたような様子が見える。この破壊も延性的な破壊と言える。



図-9

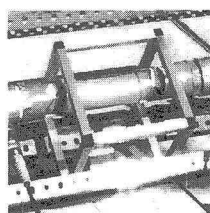


図-10

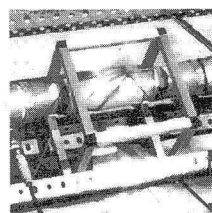


図-11

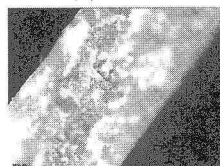


図-12

荷重時間が短く脆性破壊と言えるので、綺麗な破面になっているのが分かる。

(4) 結論

1)水圧荷重時間が短いほど最大圧力が大きく、水圧荷重時間がある程度の時間を過ぎると最大圧力がほぼ一定に収束するという結果が得られた。

2)破壊形状と水圧荷重時間との関係から、3つの水圧荷重範囲が得られた。

①水圧荷重時間が0～5.667(sec)と非常に短く、材料の動的特性によって最大圧力が上昇する動的荷重範囲。

②水圧荷重時間が139(sec)を超えると圧力がほぼ一定に収束する準静的荷重範囲。

③動的荷重範囲から準静的荷重範囲へと移行変わる遷移的領域水圧荷重時間は、5.667～139(sec)となる。

また、動的荷重範囲は、遷移的領域に比べて破壊形状や水圧荷重時間の変化が明確であるため水圧荷重範囲を動的、準静的範囲に分けることも可能である。

3)荷重時間が短い完全X状破壊においては、塑性変形を伴わずほぼ弾性状態のまま破壊に至るため破面が綺麗に見える。このことから、荷重時間の短いものは脆性的な破壊になっている。

荷重時間が長い膨張X状破壊、小穴状破壊、膨張破裂破壊においては弾性状態を経て圧力が最大になる。そこから塑性状態へと移行微小な破壊が供試体のあらゆる場所で起こり、材料がそれに耐えられなくなり破壊に至る。このことから荷重時間の長いものは、破面が千切れたように、でこぼこしたように見えることから延性的な破壊になっていると言える。