

Ⅱ－88

水圧载荷による塩化ビニール管を用いた動的破壊に関する研究

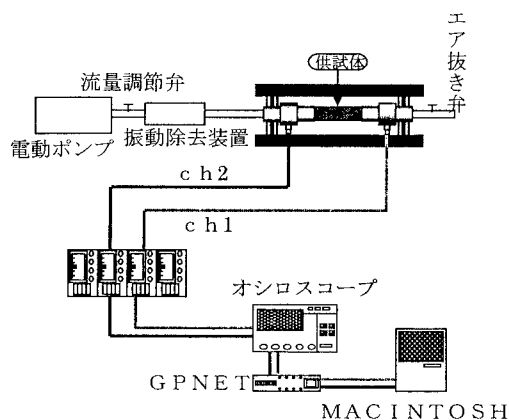
東北学院工学部 学生会員○内海光也

東北学院工学部 正会員 河野幸夫

（１）実験目的

- ① 電動ポンプによる水圧载荷によって実際に破壊し破壊圧力、水圧载荷時間及びその破壊状況について調査する。また、今回の実験では昨年までの実験データをもとに破壊圧力と水圧载荷のグラフをより正確にすることを目的とする。
- ② 破壊圧力と水圧载荷時間との関係をグラフに表すことで、水圧载荷速度が破壊圧力に及ぼす影響（剤に速度効果）を実験的に検討し、その適用範囲（動的载荷範囲と静的载荷範囲）を明らかにする。
- ③ 供試体破壊時の破片の飛散状況を調査することにより、実際の管破壊の事故等による周囲へどのような影響を及ぼすかを想定する。

（２）実験装置略図



（３）実験方法

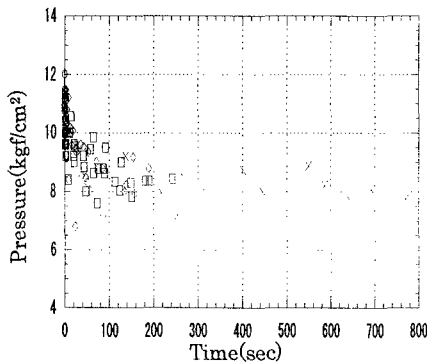
1. 供試体を実験装置に接続し、偏心、引張りなどの他の作用が働かないように注意して、管路軸方向の伸びが発生しないように4本のL字フレームによりしっかり取り付ける。
2. 供試体の両端部分の鉄管部分に圧力変換機（ch1、ch2）を取り付ける。
3. 実験装置内に空気が残留しないように注意し、エア抜き弁をあげ電動ポンプにて水を満たす。エア抜き弁を閉じ、供試体の上面に破壊角度の目安となる線を引き気温、水温の測定後実験を開始する。
4. 流量調節弁により流量を調節し、電動ポンプによって载荷する。载荷開始から破壊までの载荷時間は、0～900秒程度で行い、水圧最下中は、供試体接続部、圧力変換機取り付け部などから漏水が無いチェックする。
5. 破壊後、デジタルオシロスコープのモニターに写し出された波形より、破壊圧力、载荷時間を求める。オシロスコープは、最大50秒までしか測定できないため、それ以上の時間をようするものには、最下時間をストップウォッチにて測定する。
6. 破壊形状、破壊位置、破片の飛散距離、膨らみ直径、偏心荷重の有無などを測定し破壊圧力、水圧载荷時間、気温、水温、と供に記録用ノートに記録する。
7. GPNETで得られた波形データをコンピュータで変換して、破壊圧力（最大圧力）、水圧载荷時間を正確に計測する。

(4) 実験結果

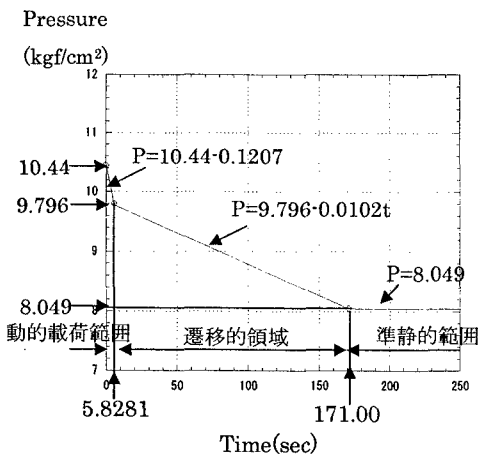
①破壊圧力・水圧載荷時間

破壊状況は、その水圧載荷時間により破壊形態が変化してくる。水圧載荷速度の移り変わりにより細かく分類すると完全X状破壊、膨張X状破壊、小穴状破壊、膨張破裂破壊の4つに分けられる。

次のグラフは、縦軸に破壊圧力、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、□は小穴状破壊、◇は膨張X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破壊圧力が上昇する結果となっている。



②動的・純静的載荷範囲の検討



上図より $t = 0 \sim 5.8281$ 秒 動的載荷範囲

$t = 5.8281 \sim 171.00$ 秒 遷移的領域

$t = 171.00$ 秒以上 準静的載荷範囲となる。

(5) 結論

1) 水圧載荷時間と破壊圧力の関係から、水圧載荷時間が短いほど載荷圧力が大きく、水圧載荷時間がある程度を過ぎると破壊圧力が 8.409 kgf/cm^2 とほぼ一定に収束するという結果得られた。

2) 破壊形状と水圧載荷時間との関係から、3つの水圧載荷範囲が得られた。

①水圧載荷時間が $0 \sim 5.8281$ (sec) と非常に短く、材料の動的特性によって破壊圧力が上昇する動的載荷範囲。

②水圧載荷時間が 171.00 (sec) を超えると圧力がほぼ一定に収束する準静的載荷範囲。

③動的載荷範囲から準静的載荷範囲へと移り変わる遷移的領域である。水圧載荷時間は、 $5.8281 \sim 171.00$ (sec) となる。

また、動的載荷範囲は、遷移的領域に比べて破壊形状や水圧載荷時間の変化が明確であるため水圧載荷範囲を動的、準静的範囲に分けることも可能であると思われる。

3) 管の破壊形状と水圧載荷時間から相関関係が得られた。1つは水圧載荷時間が短いほど膨らみもせずX状に亀裂を生じて破壊する動的破壊と、逆に水圧載荷時間が長く供試体の膨らみも大きくなり小穴を生じるが、管路軸方向の伸びを鉄フレームにより拘束されていたため、円周方向への膨張が進み、関係全体の肉厚が極端に薄くなっていたため小穴から破裂する準静的破壊の形状に終止したものと思われる。さらに、X状は小穴状に移行する間に膨張してX状に破壊しており、以上のことから破壊形状を細かくわけると水圧載荷時間の短い順に、①完全X状破壊、②膨張X状破壊、③小穴状破壊、④膨張破裂破壊の4つに分けられることが明らかになった。