MotionScopePCI システムを用いた管破壊領域の検討について

東北学院大学大学院 工学研究科 学生会員 小林 祐也

東北学院大学 工学部 正会員 河野 幸夫

# 1.研究目的

破壊形状と破壊圧力から、動的破壊領域および静的 破壊領域の存在が明らかとなっているが、検討の結果、 さらにもう一つの破壊領域が存在することが明らかと なった。

このことから、もう一つの破壊領域(衝撃的破壊領域)を実験および理論式から検討することを本研究の目的とし、MotionScopePCIシステムを用いて解析を行う。

# 2.実験方法

以下の方法により各破壊実験を行いその破壊状況を MotionScopePCI システム(高速度カメラ)を用いて 撮影および解析を行う。

# 水圧破壊実験

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 かりと固定する。流量調節弁により流量を調節し、電 動ポンプによって水圧載荷を行う。

#### 水撃破壊実験

と同様に供試体を接続し、電磁弁、手動弁を全開 にし、上流水槽から下流水槽に水を流出させ流速を測 定する。水を流出させる際には静水圧、流速を安定さ せるため、上流水槽をオーバーフローさせておく。そ の後、電磁弁により管路を急閉鎖し発生した水撃圧に より供試体を破壊する。



#### 3.薄肉管の高速拡管

本研究に用いる数式は以下のとおりである。 円管の微小要素における運動方程式より

キーワード:水撃作用:Water Hammer 力積:impule連絡先: 宮城県多賀城市東田中 2-8-32 CPU203 TEL022-368-2551

$$2\pi \int_{r_0}^{r} prdr = 2\pi r_0 h_0 \int_{0}^{\varepsilon_{\theta}} \sigma_{\theta} d\varepsilon_{\theta} + \pi \rho r_0 h_0 \cdot v^2 - p$$
p:内圧 r\_0:半径 h\_0:管の肉厚 : 円周方向  
歪 : 円周方向応力 v:管壁の膨らむ速度

式の左辺、右辺のそれぞれの項を We:内圧のなした仕事 Wp:塑性変形に費やした仕事 Wk:運動エネルギーに費やした仕事 として We=Wp + Wk -トズの Wk の項に MationScorePCL システム

上式の Wk の項に MotionScopePCI システムにて測定した値を代入し検討を行う。

4.実験結果からの検討

図 - 2 は載荷時間と破壊圧力を軸にとり、破壊形状 ごとにグラフ化したものである。





図 - 2より破壊の力積による検討を行った結果が図 - 3である。



土木学会第57回年次学術講演会(平成14年9月)

図 - 3の動的破壊領域の部分を拡大してみると、図 - 4のようになっている。本来0に収束するはずのも のが収束しておらず、水撃破壊の力積の位置からもう 一つの破壊領域の存在が確認できる。



図 - 4の結果から MotionScopePCI システムを用い て測定した管の平均膨らみ(cm)より求めた運動エネル ギーに費やされた仕事と載荷時間の関係より検討した 結果が図 - 5である。



図 - 5

図 - 5の結果から以下のような破壊領域の境目が得 られた。(図 - 6)



- 5. 撮影画像
  - 水撃破壊





破壊の瞬間 破壊後 0.001sec



破壊後 0.003sec

P ....

破壊しない場合の撮影画像



電磁弁閉鎖前 の供試体



電磁弁閉鎖後 0.34sec





電磁弁閉鎖後 0.054sec

6 . 結論

破壊圧力と載荷時間の関係から載荷時間が短い と圧力は増加し、載荷時間が長いと破壊圧力は減 少する結果となった。

このことより載荷時間が長いものに比べ載荷時 間が短い場合には破壊に対してより大きな圧力を 必要とすることが言える。

破壊の力積からの検討の結果、動的領域のほか に、さらにもう一つの領域の存在が明らかとなっ た。

このことから運動エネルギーに費やした仕事の 検討をすることにより、動的破壊領域と衝撃的破 壊領域の境目は 0.232(sec)とすることが確認でき た。

破壊現象を動画で撮影(一秒間2000枚)したことにより、破壊の過程を詳細に目で確認する ことが可能となった。