

(444) 地熱発電用孔明管の圧潰強度に及ぼすスリット配列および開孔率の影響

(孔明管の破壊強度・第1報)

九州電力 総合研究所

青崎 毅, 井上公刀, 井川一雄

新日鐵 八幡製鐵所

○丸山和士, 矢崎陽一, 新町長文

1. 研究の目的

地熱発電所の蒸気井, 還元井にはスリットをあけた孔明管が用いられる。蒸気採取量, 還元量を上げるためスリット数は多い程よいが, 井戸最下部で使用されるため地層圧による圧潰の危険性は高くなる。本研究では孔明管設計の基礎データを得るためスリット配列および開孔率を変えた孔明管の圧潰試験を行ないこれらが, 圧潰強度に及ぼす影響を定量的に検討した。またスリットの加工方法(機械加工, ガス加工)の影響も調べた。

2. 実験方法

1) 供試鋼管 API 5A-J55, 外径 177.8 mm

肉厚 8.05 mm

供試材の機械的性質 (JIS 12号)

耐力 $\sigma_{0.2} = 45.8 \text{ kg/mm}^2$, 引張強さ $\sigma_B = 72.9 \text{ kg/mm}^2$ 伸び $\epsilon = 27 \%$

2) 圧潰試験方法 OPEN END, $L/D \geq 8$ の条件でかつ孔明管に外圧を負荷するため表面を厚さ 1.6 mm の薄鋼板で被覆シールした。薄鋼板の圧潰強度への影響は素管の場合約 25 kg/cm^2 (約 8% 増加) 認められた。

3. 実験結果および考察

1) スリット配列および慣用開孔率(ξ)と圧潰圧力の関係 圧潰圧力は同一慣用開孔率 ξ では長さ方向のスリット配列が A, C, B と密になる程低下する。また同一配列においても ξ が大きくなり鋼管周方向にスリット数が増える程圧潰圧力は低下する。図 1 は素管の圧潰圧力を基準にした孔明管の圧潰圧力(%)と慣用開孔率 ξ の関係を示す。

2) スリット配列および有効開孔率(φ)と圧潰圧力の関係 有効開孔率(φ)で圧潰圧力を整理するとシリーズ A, B, C 間の差は無くなって圧潰圧力は, ほぼ φ の増加(スリット数の増加)に比例して減少することが図 2 より認められる。

3) 外圧を受ける孔明管の外表面の歪測定結果 孔明管の圧潰までの変形挙動を鋼管外表面に 3 軸歪ゲージを貼付して調べたところ, 図 3 に示すように一般にスリットの無い部分では梁に等分布荷重をかけたようにその中央では軸方向で圧縮となり, 円筒方向では引張となる。

4) スリット加工方法
が母材に及ぼす影響
スリット加工方法が圧潰強度に及ぼす影響は認められなかったがガス加工の場合硬さは母材で

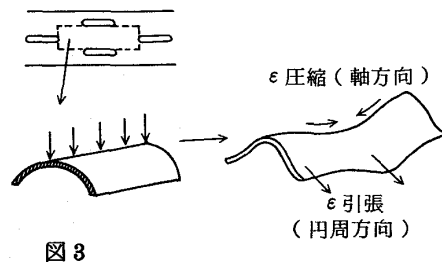
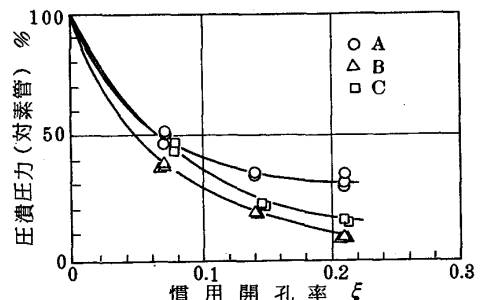
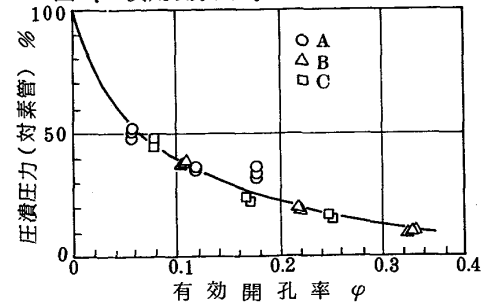


図 3

$H_v \sim 220$ であるのに対しスリット周辺 2 mm 範囲の熱影響部の硬さは $H_v = 515$ となる。したがって H_2S の多い腐食性環境での使用は危険である。

スリット配列	穴数 n	慣用開孔率 ξ	有効開孔率 φ	
A-1	4	0.07	0.057	
A-2	8	0.14	0.115	
A-3	12	0.21	0.172	
B-1	4	0.07	0.114	
B-2	8	0.14	0.230	
B-3	12	0.21	0.344	
C-1	4	0.07	0.086	
C-2	8	0.14	0.172	
C-3	12	0.21	0.258	

$$\xi = \frac{\text{周方向開孔長さ}}{\text{素管円周長}}, \quad \varphi = \frac{\text{開口面積}}{\text{素管表面積}}$$

図 1. 慣用開孔率 ξ と圧潰圧力(%)の関係図 2. 有効開孔率 φ と圧潰圧力(%)の関係