超高壓水中에서의 스트레인 測定과 壓力變換器

韓 應 敎
〈漢陽大 工大 敎授〉

1. 緖 論

스트레인측정은 이미 30年前부터 利用되여 오늘에 이르기 까지 應力解析을 爲始해서 變換器(Transducers)의 開發과 함께 여러 分野에 결쳐 活用 되고 있으며 그效果는 참으로 크다는것은 이미 잘 알려져 있는 事實이다.

特히 最近에 와서는 스트레인 測定과 變換器도 特殊環境下에서의 使用이 不可避하게 되고있다. 즉 高溫, 高壓, 低溫, 水中등, 이번 超高壓水中에서의 스트레인 測定에 대한 研究結果와 高壓下에서의 差壓을 測定 할수 있는 壓力變換器의 設計上의 問題點등을 提示하고자 한다.

즉 海洋開發大프로젝트의 하나로써 大深度遠隔操作石油掘削裝置의 開發計劃에 根據를 둔 渦電流를 利用 해서 石油를 檢出하는 인덕션로그에 대해 各種强度解析을 하는것 中에서 스트레인 게이지에 依한 스트레인 測定結果報告 海深 9,000m의 高溫, 高壓의 條件에서 使用을 目標로 하고있어 檢層機器의 條件으로서 200°C 2000氣壓의 環境에서 견딜수 있는 인덕션로그의 實驗을 하우진의 實物大模型을 製作 해 가지고 水壓中에서 스토레인 게이지 로써 스트레인을 측정 한 것이다. 그리고 水壓中에서 스트레인을 測定 할 경우 壓力效果, 絕緣抵抗의 低下등의 問題가 있으므로 이와같은 特性에 대한 基礎實驗을 通해서 높은 絕對壓力下에서 小壓力差를 精度높은 測定을 할수있는 高壓變換器에 대한 受感部設計등에 대해서 記述 한 것이다.

2. 實驗方法

2.1 高壓水中에서의 스트레인測定의 問題點

高壓水中에서 스트레인 測定을 할 경우의 問題點으로서 指摘할 수 있는것은 다음과 같다.

(1) 壓力때문에 게이지베이스 및 接着層도 壓縮 되어서, 試驗體의 스트레인値와 測定器의 指示値 사이에는 差가 생긴다. 이差를 一般的으로 壓力效果스트레인이라고 한다.

(2) 壓力으로서 게이지率이 變化 한다.

(3) 接着層에 氣泡등이 있으면 壓力으로 눌려져서 스트레인値에 영향을 준다.

(4) 壓力을 反復되풀이 하면은 스트레인 게이지가 잘 떨어져 나가기 쉽고 스트레인値의 再現性이 없어진다.

(5) 게이지 및 導線에 絕緣處理를 해도 高壓水中에서는 絕緣抵抗이 抵下 되기 쉽다.

이와같은 問題中에서 (1)의 壓力效果스트레인은, 게이지와 接着劑에 따라 變化한다. 그리고 試驗體의 曲率에 따라서도 變化 한다. 그때문에 豫備實驗으로 壓力으로壓力效果스트레인을 求할 경우에는 이와같은 條件을 同一하게 할 必要가 있다. 試驗體의 曲面의 영향에 대해서는 曲率반지름이 20mm 이하의 경우에는 問題가 된다는 報告[1]가 있으며 本實驗의 경우는 曲率반지름은 50mm 이어서 問題가 없다고 생각 된다. 壓力에 依한 게이지率變化에 대해서는 어드번스와이어의 경우, 4,000氣壓 까지는 그다지 變化가 없다고 報告[2]가 있어 本實驗에서는 考慮對象에서 除外 하였다. (3), (4)의 問題點에 대해서는 接

着層을 되도록 얇게 함으로써, 어느程度 防止할 수 있다고 생각 한다. 따라서 本實驗에서는 사아노아크리레이트(Cyanoacrylate)系 接着劑를 使用 하였다. (5)의 絕緣低下는 가장 重要한 問題이며, 여기까지의 報告에서도 2000氣壓이라는 高壓水中에서의 使用例는 찾아볼수가 없어서, 各種絕緣方法을 檢討하여 基礎實驗을 하였다.

2.2. 基礎實驗方法

前項의 壓力效果스트레인의 測定을 하기 위하여 그림 1에서 보는바와 같은 基礎實驗用의 小型의 壓力容器속에 스트레인게이지를 接着한 試驗片을 삽입하여 시리콘油로 壓力을 加했다. 그림 2는 이 高壓裝置의 사진이다. 오른쪽의 圓筒이 피스톤式의 加壓裝置이며, 中央의 圓筒이 그림 1의 壓力容器 이다.

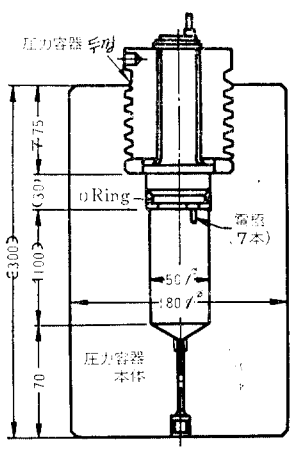

그림 1. 基礎實驗用壓力容器

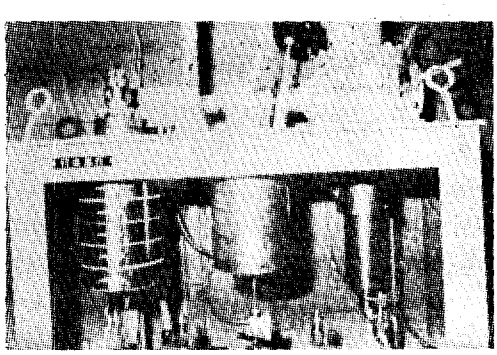

그림 2. 基礎實驗用 高壓力裝置

그리고, 이 壓力容器의 最高使用壓力은 3,000氣壓이다. 壓力效果스트레인의 測定을 使用한 스트레인 게이지는 單軸, 2軸 및 5素子의 箔(foil)게이지 이며, 이와같은 게이지에 依한 스트레인 指示値와 試驗片上의 理論的인 스트레인値의 比較를 하였다.

水壓中에서 스트레인을 測定할 경우의 스트레인 게이지 및 導線의 絕緣方法에 대해서는 지금까지 많은 報告가 있으며 마이크로크리스턴왁쓰 合成고무, 포리에스텔, 애폭시, 가슈우등을 使用 하고 있다. 그러나 이와같은 絕緣材料로서 게이지의 도장을 하여도 도장한 게이지 모두가 絕緣低下가 되지않는 完全한 方法은 아직 發見하지 못하고 있다.

왁쓰를 使用한 例로서 100% 完全히 도장 할 수 있다는 報告[3]가 있었으나 本實驗에서 實際로 實驗을 해본즉 역시 絕緣低下를 가져온것도 더러 있다는것을 알았다.

그래서 本實驗에서는 耐水特性에 가장 우수한 대후론을 利用 할수 있게 그림 3과 같은 게이지 및 導線의 絕緣도장을 하였다. 이 導線은 대후론(Teflon) 및 시리콘고무의 二重피복전선이다. 그리고 또 시리콘고무를 부어, 늦기前에 試驗片 위에 뿌라이마를 塗布해 두었다. 또 시리콘고무의 耐水性은 完全하다고는 볼수 없어서 되도록 두껍게 도장 하도록 하였다. 이와같은 絕緣도장을 게이지接着部 및 電極部에다가도 하였다. 그림 1의 壓力容器內에서 물로써 壓力을 加해 가지고, 게이지와 試驗片사이의 絕緣抵抗을 測定하였다.

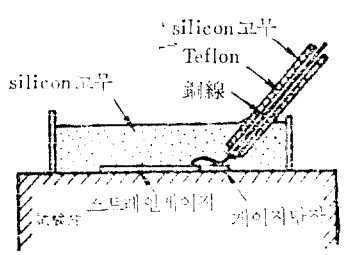

그림 3. 스트레인게이지 絕緣 Coating法

2.3. 하우징 模型內外面의 스트레인測定法

高壓水中에서 스트레인測定을 한 인닥션로그의 하우징模型은 그림 4에서 表示되는 것과 같이 外徑 100mm, 길이 1m의 K모넬製의 圓筒形인 것이다. 이 中에서 스톱링은 두개로 쪼개져 있어, 하우징締結에 締結나사를 삽입한 後에 끼워 맞히도록 되어 있다.

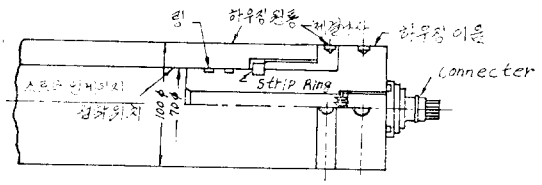

그림 4. 스트레인 測定用하우징模型

하우징內面의 스트레인測定은 하우징締結先端部부근 및 中央部에 스트레인게이지를 接着하여서 하였다. 導線은 高壓用컨넥더(Connector)에 接續하고 이컨넥더와 高壓裝置의 두껑에, 부착된 컨넥더와의 接續은 그림 5와 같이 導線을 빼내어가지고 하였다.

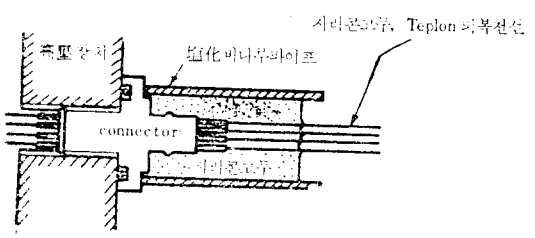

그림 5. 導線引出方法

스트레인測定實驗은 內徑 250mm, 길이 9m의 試驗筒을 가진 그림 6과 같은 大型高壓裝置속에 하우징模型을 집어넣어서, 2000 氣壓의 水壓속에서 하였다. 그리고, 內面의 스트레인測定에 使用한 스트레인게이지는 포리미드箔게이지, 單軸, 2軸, 3軸, 5素子用 게이지등 4가지 종류였다.

바깥面의 스트레인測定도 하우징締結先端部부근의 圓筒바깥面에 게이지를 接着해서 하였다. 이때에도 壓力效果스트레인이 問題가 되기 때문에 K모넬製의 더미의 블럭에 같은 게이지를 接

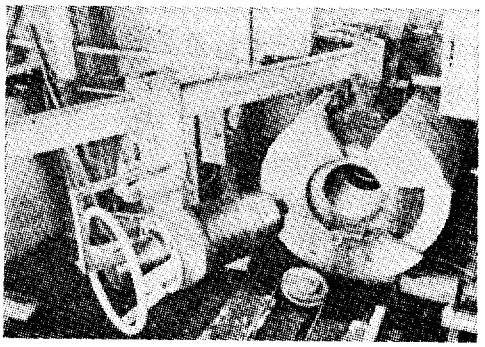

그림 6. 大型高壓試驗裝置

着해가지고 壓力效果스트레인測定用게이지로 하였다. 이 경우의 게이지 接着部, 및 高壓裝置의 導線引出部의 絕緣方法은 그림 3 및 그림 5와 같은 方法을 利用 하였다. 그리고도, 바깥面의 스트레인測定에 使用한 스트레인게이지는 포리미드(polymide) 호일(foil) 게이지 單軸을 使用하였다.

3. 測定結果

3.1. 基礎 實驗結果

壓力效果스트레인을 求하기 위해서 油壓속에서 한測定結果를 그림 7과 8에 表示한다. 그림 7는 호일 포리미드게이지 (單軸) 4개의 게이지이고, 그림 8는 역시 호일포리미드게이지 (5素子)의 4개 게이지의 測定例 이다. 여기서 壓力 P에 따른 試驗片上의 實際의 스트레인 値인다음式으로 表示되는 直線도 함께 表示 하고 있다.

$$P(1-2\nu)/E$$

ν : 試驗片의 포아손比,

E : 試驗片의 彈性係數

즉, 여기서 이 直線과 스트레인 게이지에 依한 스트레인 指示値와의 差가 壓力效果 스트레인이 된다.

이와같은 結果로 부터 壓力效果스트레인의 값은 게이지에 따른 흩어짐이 있으나 그흩어짐은 壓力效果스트레인값 보다 작다는 것을 測定結果의 값을 試料標準偏差로서 알수가 있었다. 그때문에 壓力效果스트레인 測定用 더미게이지(Dummy Gauge)를 試驗體와 같은 材質의 블럭에

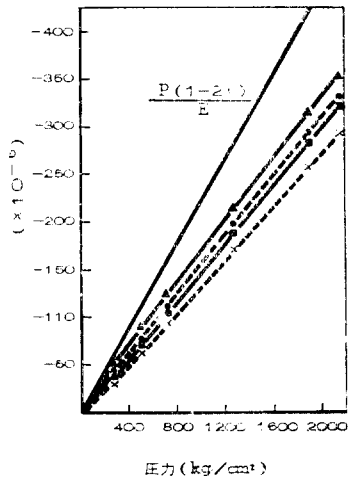

그림 7. 單軸게이지油壓中 스트레인 測定結果

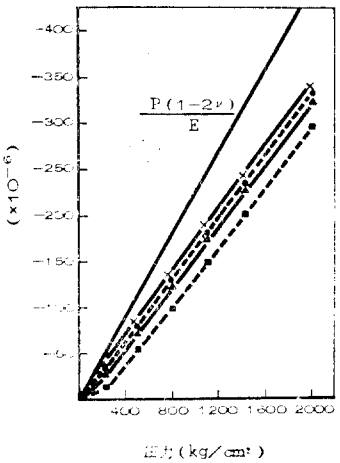

그림 8. 五素子게이지 油壓속스트레인 측정결과

接着하여 試驗體와 함께 同時에 加壓 하면은 壓力効果스트레인을 어느정도 까지는 補正 할수가 있었다. 그리고 壓力効果스트레인의 게이지 사이의 흩어짐에 대해서는 主로 0에서 300 氣壓 사이에서 發生 되고 있으며, 300 氣壓 以上에서는 거의 平行된 線으로 나타나고 있다. 즉 300 氣壓일때에 브릿지(Bridge)의 平衡을 取하고 300 氣壓 부터 壓力을 올려서 측정하면 壓力効果스트레인의 흩어짐은 작아지고 더미게이지와 스트레인測定用의 게이지의 壓力効果스트레인의 差도 작어짐으로 精度 좋게 잘 補正이 되는 것으로 안다. 但, 이 方法은 300 氣壓 以上의 스트레인値는 300 氣壓 以上의 曲線을 延長시켜서 求할 必要가 있으므로 氣壓以下에서는, 材料은 比例限度를 넘어서는 試驗體의 경우는 適用 할수가 없다. 300 氣壓 以上에서 壓力効果스트레인의 흩어짐이 작아지는 傾向은 이번 다른 게이지의 實驗에서도 같은 現象이 나왔다. 다음은 그림 3와 같은 絕緣도장법을 써서 水壓속에서의 絕緣抵抗을 測定한 結果를 그림 9에 表示 한다. No. 1과 No. 2의 두개의 게이지에 대해서는 各 2回 壓力의 上昇下降을 되풀 하였으나, 그림에서는 上昇만의 값을 表示 하였다.

이 그림에서 絕緣抵抗은 壓力에 따라서 變化하나 100MΩ 以下로는 떨어지지 않으므로 거의 測定値에는 아무 영향이 없으며, 이 絕緣 도장

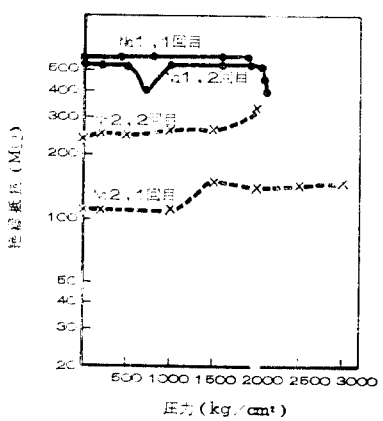

그림 9. 게이지, 試驗片사이의 絕緣抵抗測定結果

법으로써, 3,000 氣壓까지는 測定可能한것을 알게 되였다. 이 그림 以外의 測定例에서도 거의 같은 정도의 絕緣抵抗을 유지 할수가 있었다. 또 No. 2에서는 抵抗値는 壓力과 함께 오히려, 上昇 하고 있으나, 이는 壓力容器電極부분의 절연저항변화인 것으로 사려 된다.

3.2. 하우징 模型內外面의 스트렌測定 結果

그림 10, 11에 하우징 模型內面과 外面의 스트레인 測定結果를 表示 하였다. 그림 10은 2,000 氣壓의 外部壓力에 依한 應力의 값이며 이 測定値는 有限要素法計算値와 거의 一致된 結果 이었다. 이 結果로부터 有限要素法解析으

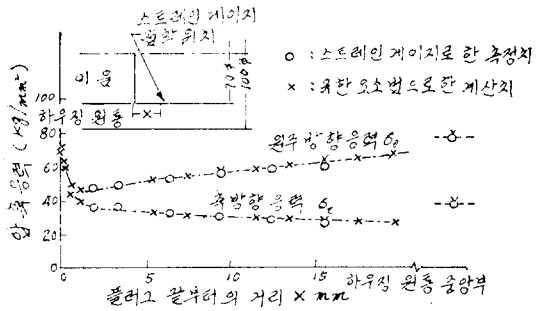

그림 10. 하우징內의 應力分布測定 結果

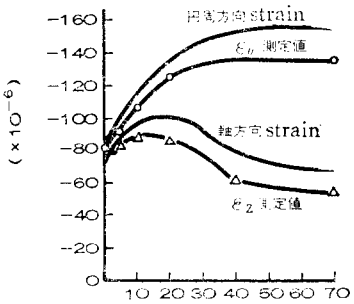

그림 11. 하우징外面의 스트레인 測定結果

로서 精度 좋은 計算을 할수 있다는것을 알수가 있었다. 그림 11은 바깥면의 스트레인값이며, 壓力効果스트레인의 補正을 했을때의 값이다.

그리고, 이와같은 경우는 하우징圓筒과 連結사이의 시림部에서 壓力에 依해 새어나간 바람에 500 氣壓 까지의 測定 結果만을 얻었다. 그리고도, 300 氣壓에서, 브릿지의 平衡을 取하고 있었으므로 그림 11의 측정치와 有限要素法計算値는 差壓 200 氣壓에 依한 스트레인 이다.

測定値와 計算値에서, 差가 생기고 있는것은 스트레인의 값으로 10×10^{-6} 程度이며, 좀더, 높은 壓力까지 測定 하면 差의 정도는 좀더 작아질 것으로 안다.

4. 高壓用壓力變換器

4.1. 概 要

높은 絕對壓力下에서 작용 壓力差를 精密하게 測定할 경우가 때때로 있어 上記한 高壓水中에서의 基礎實驗結果를 通해서 어디까지의 壓力變換器를 設計製作 할수 있는지에 關해서 受感體의 設計 및 較正, 問題點에 대해 檢討를 해 보았다. 즉, 現在 10,000psi (703kg/cm²)의 壓力下에서 0~350psi (0~25kg/cm²) 程度의 差壓測定에 關한 問題의 資料는 적다. 市販되고 있는 게이지와 變換器(Transducers)는 풀렌지(Full Range)의 0.5~1.0%의 精度가 普通 이다. 그래서, p(被測定壓力差 pri)의 最大値의 1.0% 以內인 精度에서는 도저히 될수가 없다.

여기서 記述 되는 變換器에서는 壓力은 Werner의 方法으로 設計 하여 現在의 要求를 充滿시킬수 있는 方向으로 改良한 다이어후램(diaphram)의 같은쪽에 있는 4장의 게이지에 直接 作用 하도록 한것. 그리고 스트레인 게이지는 브릿지連結이며, 感度는 다이어후램의 中心에서, 단 1개의 게이지를 사용 한것 보다. 4倍로 增加한것이다.

4.2. 다이어 후램의 設計

반지름 a, 두께 t ($<a/10$)에서 先端(edge)를 固定 시키고 最大휨 8 ($<t/3$)의 작은 얄팍한 圓形다이어후램가 絕對壓力 P에 있어서, 均一한 壓力差를 받을 경우의 設計에 대한 여러方程式에대해서는

(1) 要求感度에 대해서는,

$$t/a<[(4p_{min}/qE\varepsilon_{min})(1-\nu^2)(1-l/a)]^{1/2} \quad (1)$$

(2) 最大壓力差까지의 直線的應答에 대해서는,

$$t/a>[\varepsilon p_{max}/2\sigma_1]^{1/2} \quad (2)$$

(3) 中心에서 極端的인 휨을 피하기 위해는,

$$t/a>3/2[1-\nu^2)p_{max}/9.488E)^{1/4} \quad (3)$$

(4) 心要한 周波數應答에 대해서는

$$t/a>(af_{min}/3.18)[(\gamma(1-\nu^2)/gE+1+0.6689\gamma_1 a/\gamma t]^{1/2} \quad (4)$$

(5) 다이어후램은 適合한 끝모서리條件을 가지며, 締結力과 作用壓力에 應答이 依存 되지 안토록 다음과 같은 比例關係를 가져야 된다.

公稱반지름 a_n~$10t$, 리본반지름 R_f~t

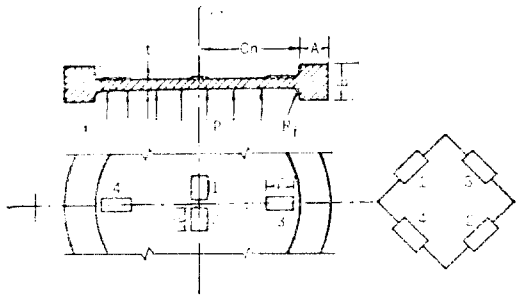

그림 12. 다이어후램의 게이지位置와 브릿지回路

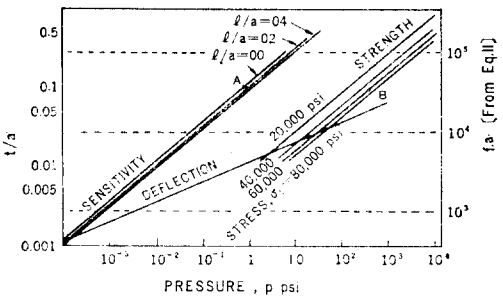

그림 13. 鋼다이어후램의 設計圖表

有効半徑 $a=a_n-(2/3)R_f$,

림의 幅 $A\sim 31/4t$,

림의 두께 $B\sim 3t$,

(6) 끝부근의 게이지를 完全히 다이어후램의 壓面內에 있도록 할려면 $l<(0.372a)$ 以下과 같은 여러조건에 맞는 다이어후램에 대해서 任意의 게이지平均 스트레인는 얇은다이어후램理論을 使用 해서 計算 할수가 있다. 그림 12의 같이 測定된 스트레인 ε는

$$\varepsilon=6\varepsilon_0(1-l/a) \tag{5}$$

로 되어서 다이어후램中心의 스트레인 ε_0은,

$$\varepsilon_0=3pa^2(1-p_{min}8Et^2) \tag{6}$$

로서 算出 된다. 여기서 E는 다이어후램의 彈性率, ν는 포아손의 比,

變換器의 出力을 e라 하며는

$$e=EK\varepsilon/4 \tag{7}$$

E는 브릿지 入力電壓,

K는 게이지率(gauge factor),

變換器는 最小壓力差 p_{min}를 받았을때 e_{min}, 따라서, ε_{min}을 가져야 할 것이며,

$\varepsilon/p<\varepsilon_{min}/p_{min}$, 式 (5)～(7)를 使用하여, 不等式 (1)로 다시 바꿔 쓸수가 있다.

萬一 單純引張으로써 材料의 降伏應力이 Y이고, 最大許用應力이 σ_1이며는

(a) $P\ll Y$일때 $\sigma_1=Y$ 8(a)

(b) P가 크고, 그리고 材料는

가) Tresca의 降伏基準에 따를 때는

$$\sigma_1=Y-P \tag{8(b)}$$

나) Mises의 降伏基準에 따를 때는

$$2Y^2=[\sigma_1^2(1-\nu)^2+(\nu\sigma_1-P)^2+\sigma_1-P)^2] \tag{8(c)}$$

를 얻을수가 있다.

最大應力 $\sigma_{max}=3a^2p_{max}/4t^2$ (9)

은 다이어후램의 끝에서 發生 한다.

安全率를 2로 하면,

$\sigma_{max}\leq\sigma_1$가 된다. 이것을 式 (8)과 (9)에 依해서 不等式 (2)를 얻을수가 있다. 다이어후램의 最大휨 δ과 固有振動數 f_n는

$$\delta=\frac{P_{max}a^4}{64Et^3}\cdot\frac{12(1-\nu^2)}{(1-0.488\delta^2/t^2)} \tag{10}$$

$$f_n=\frac{10.2}{1a^2}\left[\frac{qEt^2}{12\gamma(1-\nu)^2}\cdot\frac{(1+1.464\delta^2/t^2)}{(1+0.6689\gamma_1{}^1/\gamma t)}\right]^{1/2} \tag{11}$$

로 주어진다.

여기 γ는 다이어후램材의 密度

γ_1는 壓力媒體의 密度

얇은 다이어후램의 理論는 $\delta<t/3$ 일때 有效 하다. 適當한 周波數答을 위해서는 $(a\cdot f<a\cdot f_{min})$ 이어야만 된다. 이와같은 不等式은 式 (10), 과 (11)를 모듬 했을 때에, 式 (3)과 (4)이 주어진다.

不等式 (1)～(3)은 그림 3에서 t/a對 P의 그라후 上에서 直線이 되고 不等式 (4)는 點線으로 表示한 水平線이 된다. 그림 3의 感度曲線은 $l/a=0$, 0.2, 0.4에 대해, $\varepsilon_{min}=5\times10^{-6}$밖에 안된다. t/a의 上限은 0.2로 잡고 下限은 製作時의 機械的條件에 따라 定해진다. t/a對 使用壓力 범위의 關係는 그림 3의 點線으로 表示 되며 이 直線이 完全히, 强度, 휨 및 感度에 대한 名

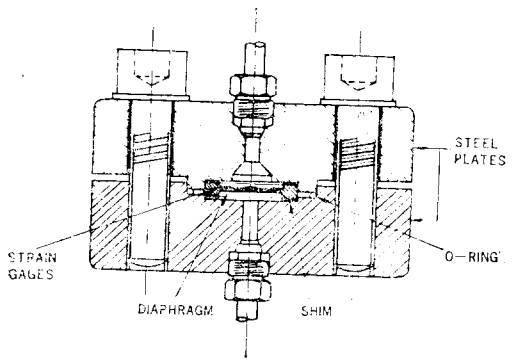

그림 14. 壓力變換器의 構造

曲線의 中間에 있도록 다이어 후램의 設計을 하는것이 바람직 하다.

4·3 構 造

① 게이지率; 2.00
② 게이지의길이; 0.125in
③ 게이지의 幅; 0.085in
④ Model : C6—121 Budd社製

以上과 같은 스트레인 게이지를 直徑 1.25″ 두께 0.047in의 鋼製다이어 후램에 接着시킨것. 그리고 게이지는 壓力容器內에서 휘드스톤부릿지(Wheat stone Bridge)로 結線되고 브릿지로부터의 導線은Conax社의 Conax導線封入 그랜드를 통하는 22SWG 銅線으로 납땜하여 부착하고 있다. 그리고, 變換器과 並列로 2개의 壓力系를 連結 해서 接續한 스프링型安全밸브는 壓力差의 突發的上昇으로 부터 생길 損傷을 防止하기 위해서 使用 되고 있다.

電氣的出力은 Ellis 브릿지 增幅와 BAM-1型의 미이터 로서 測定 하였다. 接着劑는 W.T. Bean社의 BR-610을 使用 各게이지를 同等 하게 接着하기 위하여, 게이지의 아래쪽만 接着劑를 必要最少限의 얇게 발랐다. 耐水性의 것은 特別하게 使用하지 안았다.

4.4. 校正과 오차

變換器의 校正은 絕對壓力, 適當한 溫度變化, 差壓 P의 低周波數變化에 無關係이며, 이와 같은 測定에 대해서는 信賴性을 가지고 使用 할수

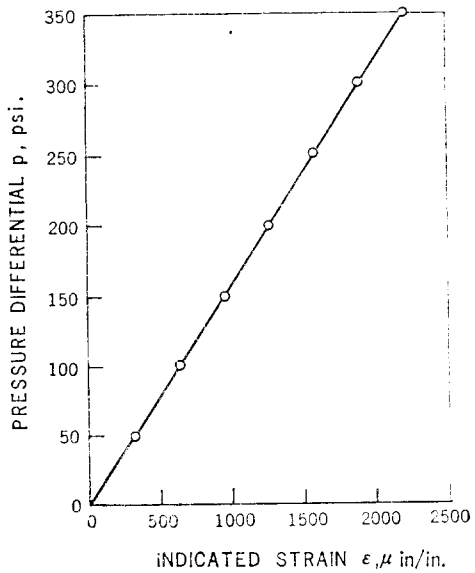

그림 15. 校正曲線

가 있다.

그것은 Ashcroft携帶게이지 테스터(Tester)로서 校正한 Heise 壓力計를 使用 해가지고 校正을 보았다.

變換器의 感度는 1 psi의 差壓에 대해서 6.3μ strin이다. 校正曲線은 그림 15에서 表示하였다. 除去 할수 없는 壓力效果로 發生된 오차를 補正한 後에는 確率誤差는 2psi의 差壓 보다 작았다.

5. 結 論

以上의 高壓中스트레인測定實驗으로 부터 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) 高壓中에서 스트레인을 測定할 경우, 壓力效果스트레인이 생기므로 스트레인의 指示値를 補正 할 必要가 있다.

(2) 高壓效果스트레인은 같은 종류의 게이지에 있어서도 흩어짐이 있으나 흩어짐의 幅은 壓力效果스트레인의 값보다 작다.

特히 300 氣壓以上에서는 브릿지의 平衡을 取해가지고 測定 하며는 이 흩어짐은 한결 작아진다.

(3) 高壓水中에서 측정 할 경우, 대후론. 시리콘고무, 二重皮覆線을 導線으로 하여 使用하고, 게이지의 部分은 시리콘고무코우팅을 되도

록 두껍게 하며는 3,000 氣壓 程度까지의 水壓中에서도 絕緣低下를 招來하지 안고, 스트레인測定을 할수가 있다.

(4) 上記의 絕緣方法은 導線引出部에도 適用할 수 있다.

(5) 圓筒形 하우징模型의 內外面의 스트레인를 측정한 結果, 有限要素法解析結果의 妥當性을 確認 할수가 있었다.

本實驗은 1974年度 日本通產省工業技術院에서 委託 받아 東芝綜合研究所에서, 「大深度遠隔操作海底石油掘削裝置의 開發」에 關한 研究成果의 一部와 Waterloo 大學의 G.S. Kular 교수研究室의 研究結果임을 밝힌다.

參 考 文 獻

1) J.C. Gerdeen : Effect of pressure on small foil strain gages, Exptl, Mech., 3-3(1963), 73-80
2) J.K. Tien : 電氣抵抗線歪計による高靜水壓下での歪測定, "點壓力" 3-2(1965), 441-445,
3) 衣川, 橋本; 高水壓下における應力測定の方法について, "高壓力", 7-1 (1969), 18-23
4) G.S. Kular : A new transducer for Measuring small pressure Differences at High Absolute Pressure, Exptl. Mech. 10-10, (1970) 433-437p

會員 여러분께 알려드립니다

회원 여러분의 건투를 빕니다.

본 학회는 사회일반의 이익을 위하여 기계에 관한 학문·기술의 진보발전을 도모하고 공업발전에 기여코저 함은 주지의 사실입니다.

금년부터 보다더 원활한 학회 운영을 위하여 회원 여러분께 몇가지 부탁을 드리고저 하오니 적극적으로 협조하여 주시기 바랍니다.

◎ **회원 회비 납입 독려** : 회비(1978년도)를 체납한 경우. 정관 제9조 및 규칙 제7,8조에 따라 새로 작성하는 회원명부에서 누락되고, 학회지를 보내드리지 못하게 되오니 양지하시기 바랍니다. 또한 기가입 회원은 매년 3월 31일까지 회비를 납부하여 주십시오.

◎ **회원 카아드 제출** : 전체 회원의 카아드를 재정리하여 사무의 신속·정확을 기하고저 하오니 첨부하는 회원 카아드에 기입하여 빠른 시일내에 우송하여 주시기 바랍니다.

◎ **회원 명부 발행** : 접수된 회원 카아드에 따라 명부를 정리하겠아오니 누락되지 않도록 부탁드립니다.

◎ **원고 집필 의뢰** : 회원 여러분의 적극적인 참여를 부탁하오며, "논설, 전망, 해설, 강좌, 자료, 소개, 좌담회 기록, 기행문·견학 및 참관기, 체험담, 수필, 국내외뉴우스, 학원의 소리, 기타" 등 특히 산업체에 종사하는 회원의 투고를 많이 부탁드립니다.

◎ **기 타** : 근무처·주소 또는 연락처가 변경되는 경우에는 즉시 학회에 통보하여 주시기 바랍니다.

앞으로 학회에서 발송하는 모든 우편물은 분회장을 통하지 않고 직접 받을 수 있도록 개인별로 우송할 예정입니다.