

〈研究노트〉

水壓에 의한 Epoxy 수지 被覆膜의 破斷強度에 관한 研究

A Study of Rupture Strength of Epoxy Resin Film by Water Pressure

白 英 男*, 金 冕 燮**, 趙 鍾 瑠***
Young N. Paik Myun S. Kim Jong S. cho

Abstract

In this study, a rupture strength of epoxy resin film coated on the leaking spot in waterpipe line was determined, using water pressure, without interrupting water supply. This results could be used for the sealing of water leakage in large size waterpipe lines. An experimental equation $P=Kt^m/R^n$ ($m=2$, $n=3.5$) was also obtained, where P is the rupture pressure, K is a const., t is the thickness and R is the radius of the resin film. From this results, the safety thickness of the film for a domestic use was calculated with various radii against the maximum pressure.

초 록

이 연구는 大口徑 送水管의 漏水防止를 위해 에폭시樹脂를 塗布 硬化시킴으로써 無斷水 보수하기 위한 목적으로 행하여졌다. 수지의 破斷壓力를 조사하여 實驗式 $P=Kt^m/R^n$ ($m=2$, $n=3.5$)를 구하였다. 여기서 K 는 상수, P 는 수지의 破斷壓力, t 는 두께, R 는 半徑이다. 이로부터 管内最大壓力에 견딜 수 있는 樹脂被覆膜의 반경에 따르는 最少 安全두께를 구하였다.

1. 序 論

지하에 埋設되어 있는 상수도관은 腐蝕, 凍破, 水壓에 의한 충격 및 연결 후렌지부의 크킹의 老化로 인하여 漏水되는 경우가 많다. 특히 대도시에서는 既存의 낡은 埋設管을 適時에 교체하지 못하여 발생하는 누수 사고가 매년 증가하고 있다. 이에 대처하는 補修工法으로서 최근에는 施工상의 利點과 施工時間의 단축 및 工費 절약등의 이유로 無斷水 보수공법에 관한 研究^{1),2)}가 많이 이루어져 왔다. 필자들도 국내에서는 최초로 內徑 50mm이하의 小口徑管의 無斷水보수공사에 液體窒素 및 드라이아이스+아세톤을 冷媒로 사용한 冷凍工法에 관한 研究³⁾를 성공적으로 수행한 바 있으나 연

구절과는 이 공법을 75mm이상의 大口徑管의 보수공사에 적용하기에는 적합하지 않음을 보여주고 있다. 따라서 외국에서는 이미 大口徑管의 보수에 에폭시수지 계통의 接着劑를 사용한 보수공법⁴⁾을 연구 개발하여 실제 시공에 응용하고 있으나 국내에서는 이에 관한 연구가 全無하였다.

본 研究는 大口徑管의 보수공사에 에폭시수지 계통의 접착제를 사용하기 위한 基礎的實驗으로 행하여졌다. 사용한 에폭시수지는 日本 金門製作所의 제품 (DEVCON AK, 수지)이다.

누수부에 塗布 硬化시키는 수지의 最少 安全 두께를 결정하는 施工상의 最適條件을 구하기 위하여 水壓에 의한 樹脂被覆膜의 두께 및 반경에 따른 破斷強度를 조사하였다.

*한양대학교 재료공학과 **同대학교 화학과교수

***同대학교재료공학과교수

2. 實 驗

1. 實驗裝置

實驗裝置는 Fig. 1과 같으며 Vs는 最大許容값이 12 kg/cm²인 安全판브이다. 두께 1.2mm, 직경 55mm인 圓形鋼板을 중심에서 직경이 20, 25, 30, 35mm인 구멍을 뚫어서 試片直徑調節裝置를 Fig. 2와 같이 만들어 水壓을 받는 試片의 직경을 조절하였다. 試片은 직경 55mm, 두께 0.5~3.5mm의 圓形腐蝕被覆膜으로서 浸漬

水의 水質을 試驗한 報告書⁵⁾에 의하면 人體에 無害하였다.

2. 實驗方法

實驗은 試片을 Fig. 2와 같이 試片지지대에 끼우고 Fig. 1의 斜線線 부분까지 차도록 注入口 A를 통하여 水를 注入한다. 이때 裝置內의 空氣는 排氣口 B를 통하여 排氣된다. 판브 V₁, V₅를 닫고 V₂, V₃, V₄ 및 안전판브 Vs를 연후 N₂가스를 溶려주어 試片이 破斷될 때까지 壓力을 증가시켜 樹脂被覆膜의 두께 및 직경의 변화에 따르는 破斷壓力을 구하였다.

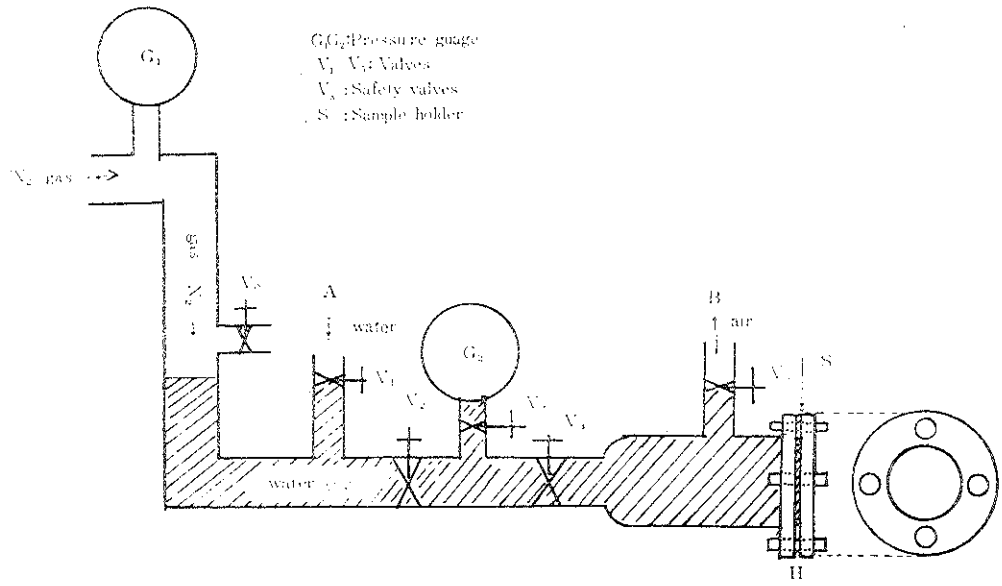


Fig. 1 Schematic drawing of the apparatus used in the experiment for rupture strength of resin film against hydrostatic pressure

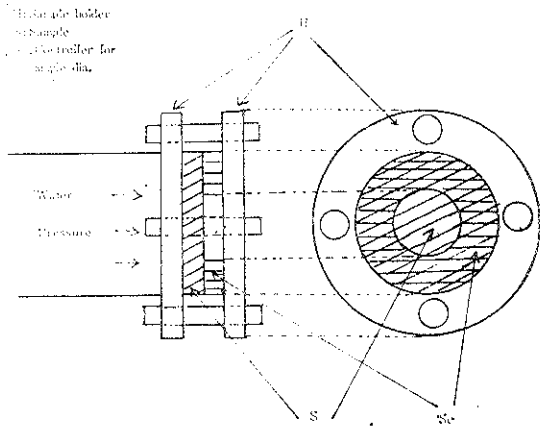


Fig. 2 Schematic drawing of sample holding device in the apparatus shown in Fig. 1

3. 結果 및 考察

누수부에 塗布 硬化시킨 樹脂被覆膜은 均열의 樣態에 따라 수도관 내에서 받는 壓力이 일정하지 않을 것이나 Fig. 3과 같이 均열한 分布荷重을 받는 단순화된 荷重모델을 채택하여 수지의 破斷壓力(p)과 두께(t) 및 반경(R) 사이의 관계 理論式⁶⁾

$$P = K(t/R)^2 \dots \dots \dots (1)$$

단, K는 상수를 본 實驗에 引用하였다.

樹脂被覆膜 두께의 변화에 따른 破斷壓力을 구한 것이 Fig. 4이다. Fig. 4에서 직선의 기울기 K(p/t)가 약 2이므로 이는 式(1)과 잘 일치하여 수지의 破斷壓力은

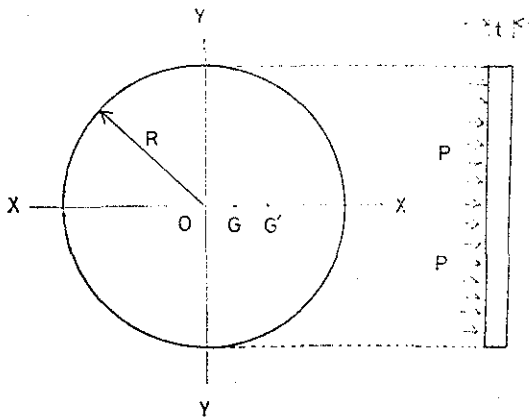


Fig. 3 A model showing pressure distribution on the disk type specimen⁽⁶⁾

수지피복막의 두께의 제곱에 비례함을 알 수 있다. 또 보통 사용하는 수도관내 最大壓力은 10kg/cm² 이므로 安全率 3을 고려한 最大壓力, P₀=30kg/cm², 하에서 견딜 수 있는 水壓을 받는 수지피복막 반경, R, 에 따른 수지의 塗布 두께, t₀, 를 알 수 있다. 즉 여기서 R

은 滲求口의 반경이 될 것이며 t₀는 이에 대한 最小 安全 수지 두께가 될 것이다.

Fig. 5는 破斷試片의 실제이다.

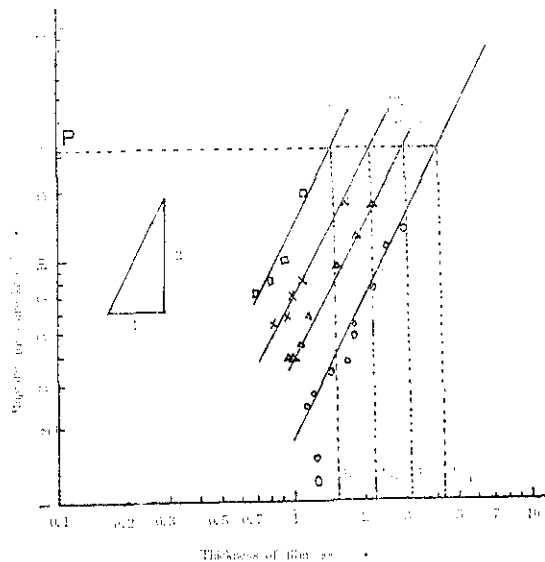


Fig. 4 Rupture strength with the variation of thickness of the specimen

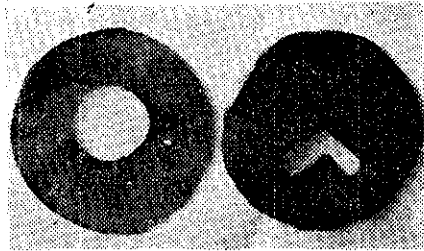
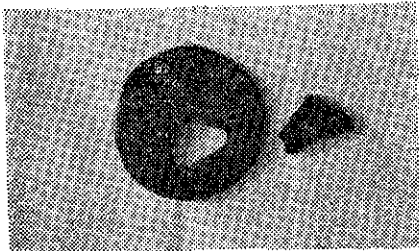


Fig. 5 Photographs showing ruptured specimens

수지피복막의 직경의 변화에 따른 수지의 破斷壓力의 관계는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 직선의 기울기 (P/t)는 -3.5로서 式 (1)의 -2와 차이가 있다. 이는 荷重을 받는 수지피복막이 均일한 分布荷重을 받는다는 가정을 수정하여야 하는 것으로 이의 補正에 相關力學的 연구가 계속되어야 할 것이다. 따라서 式(1)은 實験結果에 따라

$$P = Kt^m/R^n \dots \dots \dots (2)$$

단, K는 비례상수

와 같은 實驗式으로 고쳐 쓰야 하며 實驗값으로부터 m=2, n=3.5를 구하였다. 그러나 본 실험값은 단지에 폭시 수지에만 국한된 값이므로 보다 일반적인 실험식을 얻기 위하여서는 기타 재료들에 대하여서도 같은 실험이 행하여져야 될 것이다.

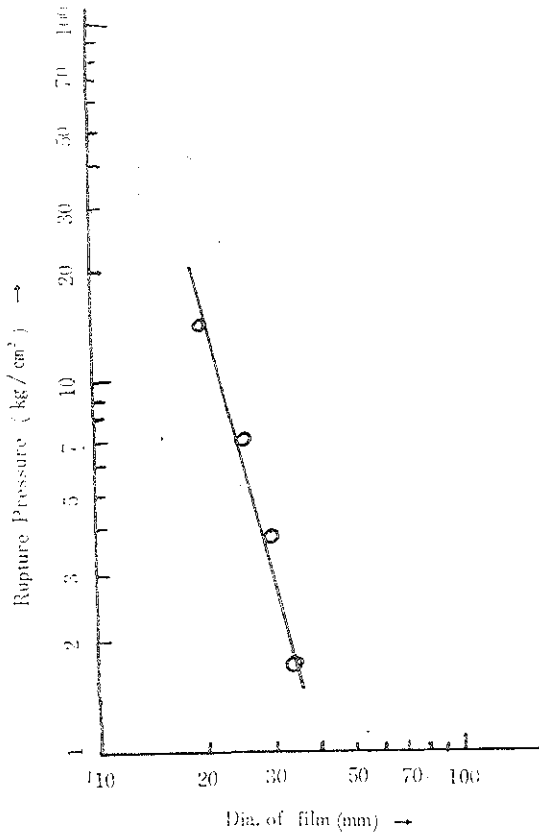


Fig. 6 Rupture strength with the variation of the diameter of the specimen

4. 結 論

1. 수지피복막의 破斷壓力, 두께, 및 반경 사이의

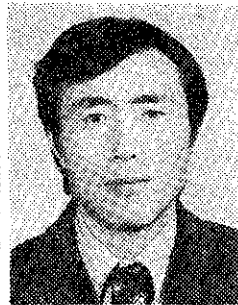
관계 實驗式, $P=Ki^m/R^n$ ($m=2, n=3.5$)을 구하였다.

2. 누수부의 經濟的인 수지의 塗布 厚께는 實驗式으로부터 安全率 3을 고려한 最大壓力, $P_0=30kg/cm^2$,에 견딜 수 있는 수지피복막의 반경의 변화에 따르는 最少安全두께 t_0 를 다음과 같이 얻었다. $R=10; 12.5, 15, 17.5mm$ 인 경우 각각 $t_0=1.5, 2.2, 3.1, 4.2mm$ 가 된다.

引 用 文 獻

1. 明石英夫, 有田義夫 水道協會誌(日本), 235, 19 (1954)
2. Scholl, O., Das Gas und Wasserfach, 75, 111~112 (1932)
3. 白英男, 金銘燮, 趙鍾瑒, 腐蝕學會誌(韓國), 3(4), 179~184 (1974)
4. 大塚慶文, 工業用水協會誌(日本), 180, 47~53 (1968)
5. 東京都立衛生研究所(日本), 試驗報告書 No. 4550 (1970. 12. 4.)
6. 太田友禰, 材料力學(日本)219~220 (1962)

저자소개



저자 백영남씨는 한양대학교 재료공학과에서 석사학위 (1974)를 취득했으며 현재 박사과정에서 조중수 박사의 지도를 받고 있다.