

熱可塑性 파이프

1. 序 論

이 논문은 주로 노르웨이에서의 수중 Thermo-plastic Pipeline 에 대해 다루고 있다.

노르웨이에서는 지난 15~20 년 동안 給水와 下水施設에서 수중Pipeline의 사용이 급속히 증가되어 왔는데 그 원인은 다음과 같다.

① 식수의 운반과 汚水의 집수와 처리의 必要性 증가.

② 많은 강 및 호수와 本土에서 분리된 표토드형의 지형.

③ Thermoplastic Pipe의 발전과 설계 및 생산은 과거의 주철, 석면시멘트, 콘크리트, 나무파이프가 사용되었을 때와 비교해 볼때 Pipeline의 설치를 보다 용이하게 하였다.

고밀도 폴리에틸렌 (HDPE)이 지배적으로 사용되나, 이것은 후에 상세히 논의 될 것이다.

가장 보편적인 水中 Pipeline의 형태는 노르웨이에서의 경험으로 볼때 汚水의 배출에 사용되고 있다.

1970~1980 년 동안 노르웨이에서 水中 Pipeline 에 대한 많은 연구발표가 있었다.

연구계획과 강좌를 통하여 설계자, 시공자, Pipeline의 소유주에게 주어진 지식은 오늘날 노르웨이에 설치된 Pipeline은 매우 높은 수준으로 설치되어 있다는 확신을 갖게 하였다.

오늘날 깊은 물속에 직경 1000 mm 이상의 Pipe의 설치를 가능하게 하는 설비와 방법이 있지만 Pipe 직경의 증가와 수심의 증가에 따라 어려움도 증가하고 있다.

직경 1,200 mm 이상은 거의 요구되지 않으며, 수

심 50~60 m이하에는 Pipeline을 거의 설치하지 않는다.

2. 파이프 材料의 선택에 영향을 미치는 要素

水中作業을 위해 Pipe의 종류를 비교할 때 고려되어야 할 가장 중요한 요소는 다음과 같다.

- ① Pipe의 구입, 운반, 조작비용.
- ② 水中作業의 범위
- ③ 強度와 유연성
- ④ 물속에서 부식에 대한 저항

3. 플라스틱 파이프

3-1 種類와 質, 材料의 性質

수중 Pipeline에서 최근 가장 많이 사용하는 것은 좋은 유연성과 고풍성과 같은 특징을 지닌 것이다.

플라스틱은 일반적으로 간단한 유기물을 polymer化 함으로써 생산된다.

폴리에틸렌과 Polyvinyl-chloride는 가장 널리 알려진 Thermoplastic이다.

Glassfiber Reinforced Polyester는 최근의 Thermosetting의 형태이다. 이런 명칭들은 줄여서 다음과 같이 쓴다.

PE : Polyethylene

PVC : Polyvinyl - Chloride

GRP : Glassfiber Reinforced Polyester

LDPE : 낮은 밀도에서 생산된 폴리에틸렌

HDPE : 높은 밀도에서 생산된 폴리에틸렌

Plastic Pipeline은 대개 50년을 유지하도록 설계된다.

PE 파이프는 표준 작업 壓力이 2.5, 4.6, 10 kp/cm^2 , PVC 파이프는 4.6, 10 kp/cm^2 , GRP 파이프는 2.5, 6, 10, 16 kp/cm^2 용으로 생산된다.

플라스틱 재료는 수중 Pipeline에서 유연하고 어느정도는 구부릴 수 있기 때문에 다른 材料보다 우수하다.

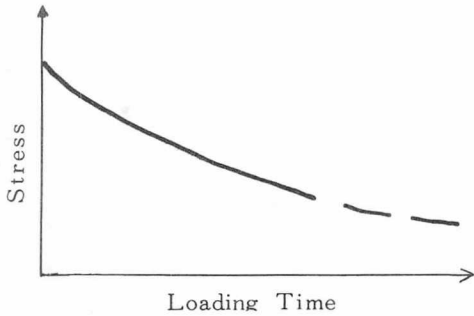
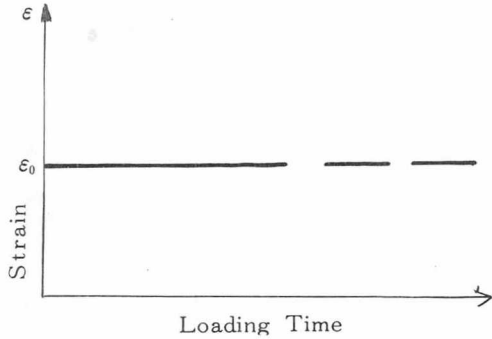
일반적으로 구부릴 수 있는 최소 반지름은 PVC - 300 D (Diameter), GRD-300 D, HDPE-120 D, LDPE-30 D이다.

만약 Plastic Pipe가 허용강도에 다다른 縱

의 강도를 받는다면, Bending Stress와 같은 기타 하중을 견디어 낼 것이다.

이것은 인張力이 증가하지 않는다면 재료내의 강도가 감소하는 성질을 플라스틱이 지니고 있기 때문이다.

이 특징은 다음 그림에 나타나 있다.



Hook의 법칙은 실제로 플라스틱의 특별한 탄성성질 때문에 플라스틱에는 적용시킬 수 없다. 그렇지만 플라스틱 파이프를 설계할 때 역학적 공식의 사용이 필요하다.

3-2. 플라스틱 파이프 接合의 方法

水中 시스템에서 각기 다른 파이프 材料를 비교할 때 각 파이프에 대한 接合方法이 고려 되어야 한다.

이 논문에서는 노르웨이에서 사용된 여러 형태의 플라스틱 파이프에 대한 接合方法을 나열하겠다.

HDPE 파이프는 수백 m의 길이로 예인선에 의해 설치장소까지 운반될 수 있다. 接合부분이 적을 수록 水中作業은 편리하다.

그러나 파이프를 짧은 길이로 운반해서 설치장

소에서 接合하는 것이 현실적일 때가 있는데 이때의 接合부분은 張力이 있어야 한다.

HDPE 파이프의 接合方法은 다음과 같다.

- ① Welding
- ② Flanged joints
- ③ Flexible joints

3-3. NKT 파이프

지난 2년 동안 높은 파이프 強度가 요구되는 곳에서는 외장 Polyethylene Pipe (NKT Pipe)가 적용되어 왔다.

內徑 100~200mm로 생산되며 35~70kp/cm²의 作業압력과 큰 張力을 가지고 있다.

NKT 파이프는 HDPE 파이프 보다 훨씬 高價이나 質과 安全이 필요한 계획에서는 사용할 수 있겠다.

4. 水中 Pipeline의 設計

4-1. 수중 침수 압력

HDPE 파이프는 한쪽 끝에서 물을 집어넣고 다른 한쪽 끝에서 공기를 빼냄으로써 가라 앉힐 수 있다.

공기 방출을 정확히 하고 일정하게 함으로써 파이프의 손상없이 속도를 조절하면서 침수시킨다.

부정확한 침수과정은 Pipeline의 파열이나 Bucking 현상을 초래할 수 있다.

이것은 특히 低壓의 파이프에 적용되는 경우이지만 高壓의 파이프도 침수시킬 때 손상을 입을 수 있다.

4-2. 浮力

4-2-1. 공기

공기와 가스가 수중 Pipeline에서 종종 발생한다.

Pipeline의 물이 밀려 나가면서 浮力이 강해져 Pipeline의 일부가 상승할 수 있다.

플라스틱 파이프는 무게가 가볍기 때문에 그럴 위험성이 가장 크다.

4-2-2. 조류와 파도

조류와 파도에 의한 힘이 침수 동안과 침수후

에도 水中파이프에 작용한다. 특히 강에서는 조류의 힘은 상당하다.

水中 Pipeline에 설치될 하중을 설계할 때 부분적인 Air Collection으로 인한 浮力과 조류와 파도로 인한 힘의 영향을 계산하지 않으면 안된다.

4-2-3. 鍾의 종류와 碇泊의 方法

PE, PVC, GRP, 파이프가 水中 Pipeline에 사용될 때 浮力과 조류와 파도로 인한 힘이 영향을 끼치기 때문에 바닥에 안정시키기 위한 鍾가 必要하다.

PE 파이프에 사용되는 일반적인 鍾는 콘크리트로 만들어 진다.

각각의 鍾는 두 部分으로 되어있어 2~5m 간격으로 파이프 주위에 볼트로 부착된다.

Pipeline의 연결은 바닥의 앵커와 Pipeline을 로프나 체인을 이용하여 유지된다. 높이와 위치는 로프나 체인을 이용하여 쉽게 조절할 수 있다. 이런 설치는 무거운 앵커나 낚시도구에 의해 쉽게 손상을 입는다.

그러므로 그 지점은 충분히 표시되어야 한다.

또한 Pipeline 지역에서는 닻을 내리거나 고기잡는 일을 금해야 한다.

上水道시스템을 最適化시키기 위한 모델

1. 序論

이 논문은 線形計劃法(LP)에 의해 낮은 費用 시스템을 實現시키기 위한 樹枝狀의 上水道시스템에 대한 數字的인 檢討를 하는 것이다.

여기서의 낮은 費用 즉 경제적이라 함은 펌프 사용에 의해 높여져야 할 水壓 또는 配水塔의 높이를 낮추는 것 또는 管徑을 줄이는 것 등을 일컫는다.

2. 最適化의 方法

最適시스템은 각 節點에서의 水壓이 적어도 最小의 基準價와 같도록 하면서 最小의 費用이 들도록 하는 管徑의 管과 펌프의 크기를 使用해야 할 것이다. 이때 線形計劃法(LP)을 使用하며, 모델은 결정변수(Decision Variable), 제약조건(Constraints)와 목적함수(Objective Function)로 구분될 것이다.

決定函數: ① 管路의 길이 ② 펌프장과 증압 펌프에서의 총 압력 ③ 배수탑의 높이 ④ 각 節點에서의 수압

制約條件: ① 각 節點에서의 水壓이 적어도 規定된 最小의 값과 같아야 한다. ② 모든 결정변수는 음수가 아니다.

目的函數: 시스템의 각 요소들에 대한 費用의 總合

3. 모델의 制約條件

3-1. 管路 方程式(Pipe Equations)

엘리먼트(Element)를 節點사이를 연결하는 관로라 칭할 때 각 엘리먼트에 대해서 최초로 하여야 할 일은 流速이 許容值에 맞도록 규격화되어 있는 管徑를 선택하는 것이다.

이에 맞는 管徑 d_k 가 r 個 있다고 가정한다. ($k = k_1, \dots, k_r$) 물론 엘리먼트로 선택된 管의 총 연장은 이 엘리먼트의 총 길이와 같게 되어야만 한다.

그러나 과거의 논문에 있어서 最適樹枝狀의 配水管網의 엘리먼트는 1개의 管徑 내지는 가능한 한 길이가 다른 연속하는 규격의 管徑으로 성립되어 있는 것이 보통이다.

따라서 i 번째의 엘리먼트에 관한 조건식은

$$\sum_{j=k_1}^{kr-1} (l_i, j, j+1 + l_i, j+1, j) = L_i \dots \dots (1)$$

$r=1$ 일때 방정식 (1)은

$$l_i, j = L_i \dots \dots (2)$$