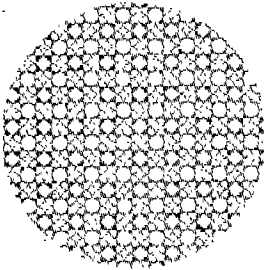


LNG 貯藏裝置와 超低温技術

(下)

LNG Storage Facilities and Cryogenic Technology



尹 在 德

韓國가스公社 技術部 技術課長

〈承前〉

감압스라브형일 때는 揚水圧이 作用하지 않으므로 지하수처리겸 Heating용 碎石層위에 0.5m 程度의 얇은 스라브를 설치하고 있다. 어느 경우이든 본체내에는 漏水를 許容하지 않으므로 완전한 방수 대책이 필요하다. 非凍結型 저장탱크에서는 벽부와 스라브에 히터가 필요하고 현재 많이 쓰이고 있는 Heating 設備로서는 스라브 히터로서 스라브 밑에 쌓은 모래층(0.5~3m)에 온수를 순환하는 히터와 탱크바닥 스라브에 미리 2~3m피치로 배설한 관중에는 부동액을 흘려 스라브를 가열하는 히터가 있다. 히터設計는 보냉재 탱크본체 주변의 열정수를 구하여 저장탱크 안에서 공급되는 冷熱과 土中에서 주는 熱量이 平衡되도록 所要熱量, 계산 管경 피치등을 결정한다.

設計 절차의 흐름은 耐震設計方法 상호연관은 표 1과 같은 흐름도 따른다.

● 탱크의 구조와 설계

LNG지하식 저장탱크의 지붕은 탱크상부를 덮고, 일반적으로 강제Dome모양으로 콘크리트로써 탱크벽에 지지된다. 지붕은 상방의 기밀을 유지하고 아울러 상방으로부터의 침입된 열을 막는 Suspend Deck을 지지하고 있다. 지붕은 기밀을 유지하는 콘크리트 Dome의 강성을 높여주는 지붕골격과 탱크벽이 결합되는 Compression Ring(2중각탱크에서는 Knuckle 프렛)로 구성되어 있다.

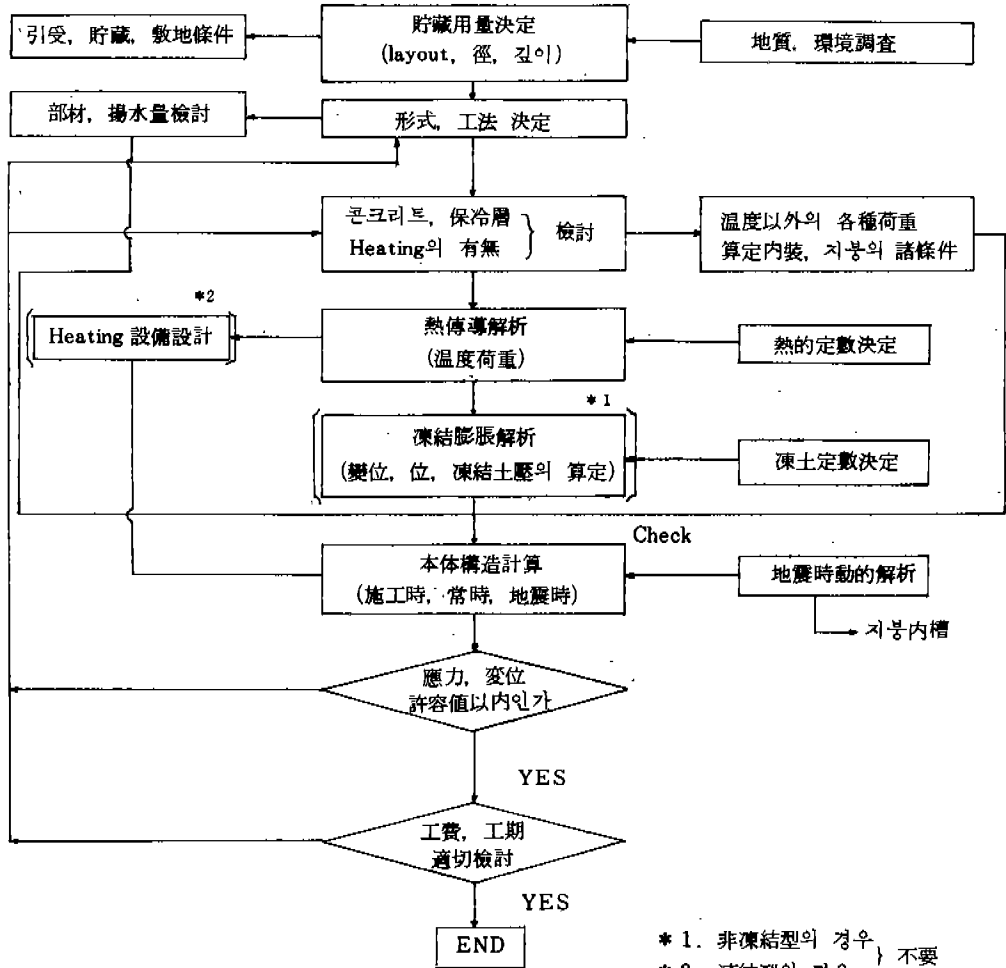
지붕 스라브는 저장탱크 내압에 의하여 전방향으로 균등히 引張力을 일으키고 이 인장응력으로부터 탱크Dome스라브의 두께가 결정된다. 또한 설계시에는 Dome의 自重 機器荷重 부속설비하중 지진하중등을 견디어 내도록 설계하여야 하고 설계 흐름도는 표 2와 같다.

천정(Suspension Deck)

서스펜션데크는 지붕에 매달려 있고 상부로부터의 熱의 침입을 막기 위하여 유리층을 약 30cm 짝아 놓는다. 천정재료는 중량을 감소시키기 위하여 알루미늄 중량이 가벼운 자재를 사용한다.

멤브레인탱크벽 바닥에 설치하는 멤브레인은 저저장조에서 LNG를 접촉하는 가장 중요한 스테인레스철판(1.2~2mm두께)으로써 최초 프랑스에서 개발, 그후 日本에서도 개발되었으나, 특허에 침해되지 않게 수정을 하여 사용하고 있다. 멤브레인을 저

(丑-1) 本体의 設計 Flow Chart



* 1. 非凍結型의 경우 } 不要
 * 2. 凍結型의 경우

장탱크의 콘크리트벽에 부착되어 있는 단열재위에 부착시켜 液密과 氣密을 유지하도록하고 있다. 멤브레인에 작용하는 壓力은 保冷材를 통하여 常溫에서 LNG저장온도 -162°C 까지 온도차의 반복적인 열변화와 액면 상하의 LNG荷重변동에 견디도록 되어 있다. 또한 열변형을 흡수하고 과대한 열응력을 피하기 위하여 Corrugation을 적당히 配置한다.

保冷材

保冷材는 저장LNG의 BOG (Boil Off GAS) 량을 억제하는 일과 탱크본체의 熱충격, 熱應力을 減少시키는 것. 그리고 탱크바닥과 벽에 부착된 保冷材에는 保冷材로서 높은 斷熱性能은 물론 멤브레인을 통해서 받는 액압, 가스압 및 시공시의 작업하중에

견디는 강도와 강성을 필요로 하고 있다. 지하탱크에 사용되는 단열재는 우레탄 또는 PVC Cellular폼으로써 가스 및 수분 흡습성이 없어야 한다.

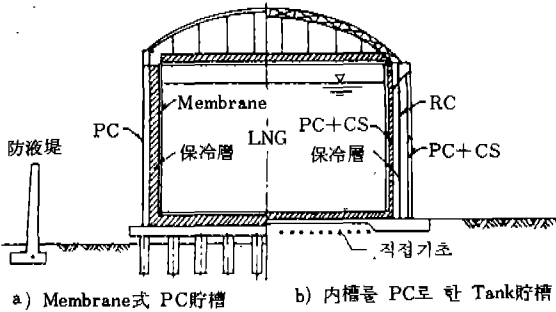
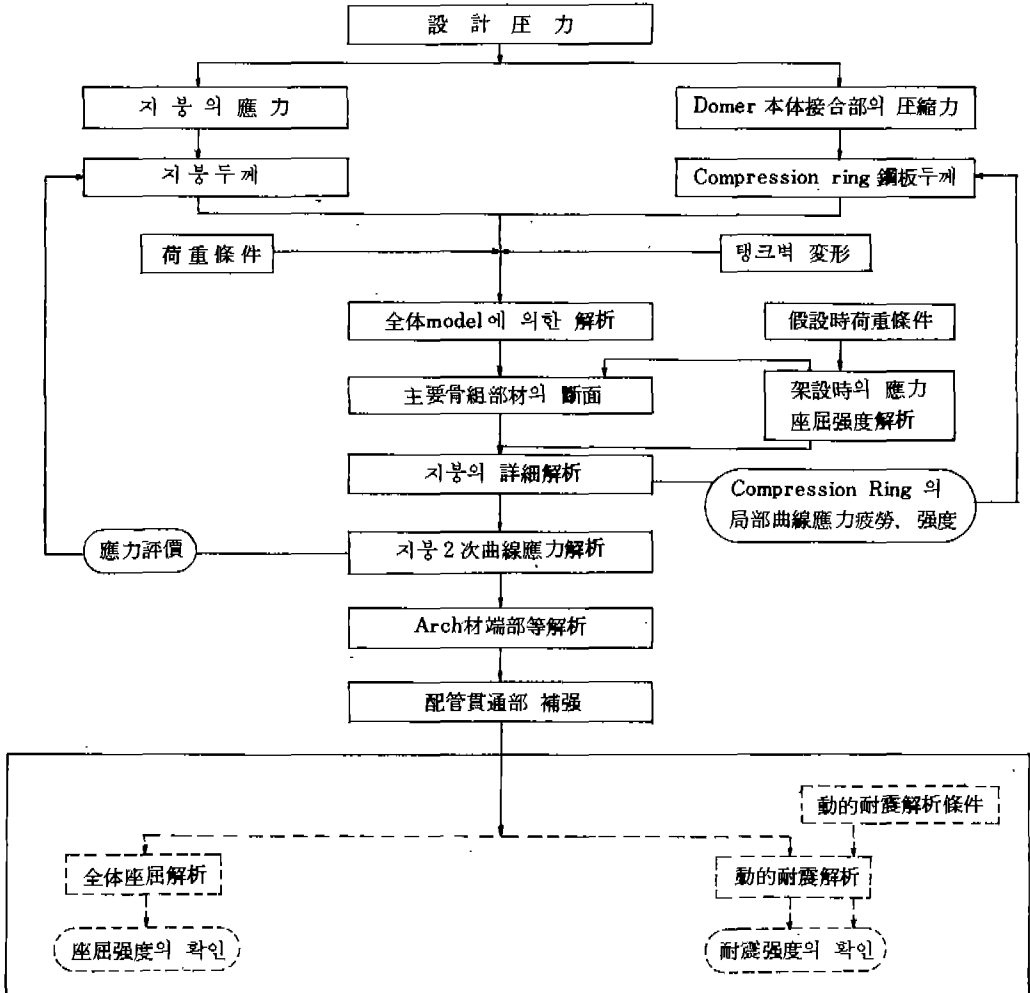
3. Prestressed Concrete 탱크 (P.C 탱크)

최근에는 LNG 탱크 대형화 및 안전성에 대한 대응방법의 변화에 따라 PC탱크를 많이 사용하고 그 모양은 아래 그림5와 같다.

PC탱크는 내부탱크와 외부탱크의 형식에 따라서 실적표에서 본것과 같이 여러가지 형식이 있으나 멤브레인 형만을 설명하겠다.

멤브레인형의 PC탱크는 멤브레인형의 지하탱크와 동일하나 외부탱크 콘크리트벽은 케이블로 강

〈표-2〉 지붕구조설계 Flow



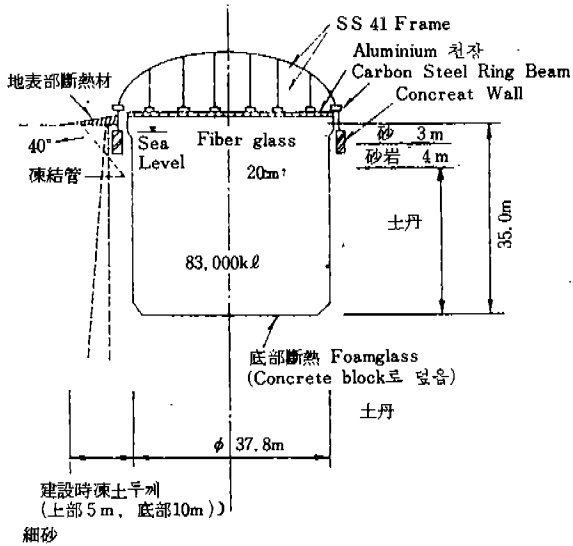
〈그림-5〉

력하게 인장하여 매어 놓은 것이다. PC탱크의 시공방법은 콘크리트 형틀을 일반전축식으로 증별

로 조립 콘크리트 타설법과 형틀을 먼저 만들어 놓고 연속적으로 2~3주내에 콘크리트를 이음매 없이 다설하는 방법이 있다. 이 두방법은 모두 프랑스의 몬두아기지에서 125,000kl 용량 건설에 이용되었으며 이음매 없는 연속콘크리트 타설법은 콘크리트 강도 및 기밀에 아주 좋은 점이 있으나 일시에 대량 콘크리트가 탱크바닥부터 벽체가 끝날때까지 24시간 연속 타설하므로 일시의 철근배근 콘크리트 타설동 공정처리의 어려움과 형틀과 콘크리트가 응결되지 않도록 유의하여야 한다. 이외에 Block공법이 있으나 이것은 조립형식으로 시공상은 편리하나 이음매와 부록과 부록사이의 응결

콘크리트 엘엔지 저장탱크 실적

소재지		회사	기수	용량	재질	
국명	지명				내부탱크	외부탱크
스페인	Barcelona	Gas Natural S.A.	40,000×2	2	PC+CS	CS
미국	Statens N. Y	Texas Eastern T. CO.	95,000×1	1	마이러-Membrane	PC
	Statens N. Y	Distrigas Co.	143,000×2	2	PC+CS	RC+PC
	Philadelphia	Philadelphia G. W.	92,500×2	2	PC+CS	CS+RC+PC
독일	Stuttgart	Techn werke Stuttgart	30,000×1	1	9%-Ni	PC
프랑스	Fos-	Gaz de France	80,000×1	1	9%-Ni	CS+PC
	Nantes	"	2,000	1	Membrane	PC
	Montoirde Bretagne	Gaz de France	125,000×2	3	Membrane 9%-Ni	PC
한국	평택	한국가스공사	0,000	4	Membrane	PC



(그림-6) 凍結式地下저장탱크

등을 잘 처리하여야 되며 미국 Preload사의 설계로서 143,000kl용량 탱크가 뉴욕에 설치되어 있다(벤브레인형식이 아님)

PC콘크리트 탱크에서 프리스레싱하는 방법은 탱크製作會社마다 다르며 이 방법에 대한 여러가지 특허 및 노하우를 갖고 있다. 탱크의 설계 방법은 지하탱크멤브레인형의 설계 방법과 거의 유사하다.

4. 凍結型 저장탱크

동결토 저장탱크는 탱크의 지반을 미리 동결시키

고 내부를 굴착해서 이속에 LNG를 직접 저장하는 형식으로 저장탱크의 모양은 아래 그림과 같으며 탱크설치의 성공 유무는 지형이 동토시킴에 적합한가의 여부가 중요하다.

탱크건설 실적은 알제리아에 33,000kl 1기와 英國 Canvey도에 50,000kl×4가 건설되어 있다. 동결토탱크방식은 BOG 발생량이 큰 것이 단점이다

Ⅲ. 저장탱크의 콘트롤 설비

탱크의 제어계통으로서 탱크압력조정을 위한 + -압력에 대응하는 안전밸브 및 탱크바쿰(Vacuum)에 대비한 진공안전밸브,

△액면을 관리할 수 있는 두가지 이상의 액면계 △탱크내에 온도분포를 관리할 수 있는 탱크액층별과 구역별로 설치 온도분포를 감시

△ Roll Over 방지를 위한 액의 순환제어

△ 탱크온도 상승시에 액을 순환탱크 상부에서 팽창시켜 (줄뜸효과) 탱크 내부온도를 강하시키는 설비

△액의 총상화를 감시할 수 있는 밀도 측정기가 설치되어 있고 액의 누설을 감시할 수 있는 저온감지설비 △탱크 배관에서 LNG도의 NG 누설시 검지할 수 있는 가스검지설비 △탱크 부위의 화재시 즉시 화재 및 자동소화할 수 있는 화재감시용 적외선설비 △탱크 상부 및 탱크주위의 기기운전사항을 항상 육안으로 감시할 수 있는 TV의 설치. *