

PE의 요철형 PANEL을 이용한 방수. 방식 공법에 관한 연구

박태인*, 김두환**

서울산업대학교* **

1. 서론

공사현장에서 사용하고있는 거푸집의 대체를 오랫동안 연구 끝에 가로(60cm) 세로(120cm)의 규격의 PE-FORM을 개발한바 있으나, 일반 건설 현장에서 어떠한 형태의 구조물 시공을 위한 형틀을 제작함에 있어 통상적으로 기존 합판 거푸집을 사용하고 있으나, 현재 국내에서 사용되고 있는 합판은 전량 수입에 의존하고있어 외화낭비가 심할뿐 아니라 평균 2~3회 정도밖에 사용하지 못해 자원 낭비를 초래하고 있으며, 합판 거푸집을 사용할 경우, 목공이 구조물의 형태에 맞춰 FORM을 일일이 제작해야하므로 시간과 비용의 소모가 크고 또한 FRP-FORM, EURO-FORM, STEEL -FORM GANG-FORM SYSTEM -FORM 등 구조물의 성격 형태에 따라 각종 개량된 거푸집을 사용한다고 해도 그것은 단순한 구조물의 형상을 만들어 내기 위한 형틀로써만이 이용되고 있을뿐, 그 이상의 목적으로는 활용 할 수 없기 때문에 구조물의 특성상 방수 방식의 기능이 요구될 경우, 거푸집 해체 후 벽체의 내부 또는 외부에 액체, 몰탈, 에폭시, 슈트 방수등 별도의 후속 공정이 추가되 번거로움이 있는 반면, 그 효과는 기대에 크게 미치지 못하고 있는 점을 착안, 수년 전부터 연구에 착수, 콘크리트 구조체의 방수·방식 문제를 해결 할 수 있는 획기적인 공법의 PE-PANEL의 요철형 거푸집 및 방수·방식공법을 개발해내는데 성공함으로써 지금까지 난제로만 여겨졌던 목재 거푸집의 대체 자재개발과 아울러 거푸집 겸 콘크리트 표면의 마감 처리를 동시에 해결한 매우 혁신적인 신기술이라 할 수 있다.

본 공법의 개발을 위하여 수년동안 시험시공을 수차례 걸쳐 실시하였으며 장기간에 걸쳐 기온 및 환경의 가혹한 조건에 저항하는 변화를 세밀히 측정하였다. 처음에는 합성수지 거푸집을 개발하여 거푸집만으로 사용을 검토하였으나 한 걸음 더 나아가 거푸집 겸용 방수 방식재료까지 이중 효과의 폭을 확대 활용할 수 있는 새로운 공법 개발을 위하여 노력하였으며 또한 세계적으로도 콘크리트에 매입시킬 수 있는 제품을 개발하기 위해 여러 가지 형태와 방법을 통해 부단한 노력을 기울이고 있지만 커다란 실패는 거두지 못하고 있는 실정에서, 우선 평활한 PE-PANEL로만 시공을 해본 결과 시간이 지나면서 기온

변화에 따른 재질의 신축 팽창으로 인해 콘크리트 구조체와 분리되는 등 결합성에 일부 결함이 노출되었다. 그런데 최근에 이르러, 요철형 PE-PANEL을 개발하여 콘크리트 구조물내에 요철부를 매입, 결속케하는 방식을 채택, 구조체와 PE-PANEL을 합성 거동케 함으로써 오랜 문제점을 일거에 해소할 수가 있었다. 따라서 내식성을 요하는 약품탱크와 상하수도 구조물 및 지하건축물 등의 내·외벽 방수에 적용할 경우 종래의 방수 방식 공법만으로는 도저히 해결할 수 없었던 문제들을 쉽게 해결 될 수 있을 것으로 판단되며, 기술 인력난으로 인한 공사 지연에 따른 난제들을 해결할 수 있어 효율적인 공정 관리에도 많은 보탬이 될 것으로 여겨진다.

2. POLYETHYLENE을 이용한 PANEL의 방수·방식공법

2. 1 PE-PANEL의 개요

PE-PANEL이란 POLYETHYLENE-PANEL의 약어로서, 한 측면의 요철부(CORRUGATED)와 다른 면의 평활부(PLATE SHEET)가 결합된 2면 구조체로 구성되어있으며, 목적에 따라 사용방법이 달라지는데 거푸집 겸 방수·방식 공법일 경우에는 요철부를 콘크리트 구조체에 매입시켜 합성거동케하며 반면에 단순 거푸집으로 사용할 때는 PANEL의 평활면을 이용함으로써 일반 합판거푸집의 대체 효과를 거둘 수 있다. 또한, 구조물의 특성에 따라 적용을 달리 할 수 있도록한 대골형(LARGE-CORRUGATED TYPE)과 소골(SMALL CORRUGATED TYPE)형이 구분 생산되고 있으며 규격은 각각 대골형이 56×52m/m이며 소골형은 40×35m/m로서 두께(THICKNESS)는 3~4m/m이다. 용도는 대골이 주로 거푸집, 해양구조물, 수밀구조물, 매시브한 대형구조물의 기초등 특수구조물 시공에 주로 쓰이고 있고, 소골은 일반적인 토목, 건축 구조물에 광범위하게 적용되고 있다. 과거에는 평활한 박판으로만 생산되었으나 최근에는 생산기술 발달로 두께를 두껍게하고 폭을 넓게 길이를 길게 조절, 생산할 수 있도록 공장을 자동화하고 신소재를 첨가하여 튼튼한 양질의 자재가 대량 생산되고 있다. PE-PANEL 휨강도는 약 270kgf/cm² 압축강도는 약 300kgf/cm²로서 거푸집 및 구조체로 사용하는데 충분한 강도를 갖고 있을 뿐 아니라, 또한 고온 및 저온에서도 열팽창 계수가 크지 않아 변형에 대한 문제가 없고 수명은 반영구적으로 건축자재로 많이 사용되고 있다. 문헌에 의하면 콘크리트의 열팽창 계수는 10⁻⁵/deg이며 폴리에틸렌은 약 10⁻⁴/deg이나 PE-PANEL의 중공 요철부가 콘크리트에 매입 결속되어 콘크리트 구조체로서 주름면 및 중공 요철부가 신축 및 팽창작용을 흡수하고 탄성계수가 작기 때문에 열팽창이 미치는 영향은 미미하다 할 수 있다.

2.2 PE-PANEL METHOD

본공법은 PE-PANEL을 목적구조물의 거푸집으로 활용하면서 PE-PANEL 후면 요철부를 콘크리트와 일체가 되도록 매입·시공하여 탄성계수가 상이한 복합 재료를 일체화시켜 PE-PANEL과 CONCRETE를 구조적으로 합성 거동케 함으로써, 외력에 의한 거동 또는 응력에도 아무런 변화 없이 안정적으로 유지할 수 있어 PE-PANEL 자체가 영구 방수·방식용 피막으로 사용될 뿐 아니라 PANEL의 바깥쪽면을 마무리면으로 활용, 구조물 마감이 깨끗하여 외관이 미려하고 보수보강이 얼마든지 가능하며 재질의 물성상 내화학성을 지니고 있어 수밀 구조물의 내구성을 증대시킴으로써 방수·방식에 절대적인 효과를 가져다준다. 그러나, 기존의 목재 거푸집 및 합판 거푸집은 콘크리트 타설후 콘크리트가 일정 강도에 도달할 때까지 양생시킨 후 거푸집을 탈형하여 콘크리트면이 고르지 못한 경우 면 고르기 작업등을 실시하고 방수를 실시하는 등의 많은 후속 공정이 필요하나, 본 기술은 목재 거푸집과 달리 거푸집 제작 시간의 단축과 시공후 콘크리트면 고르기의 불필요, 곡선부 시공 시 형태를 얼마든지 자유자재로 제작할 수 있어 건설 분야에 활용도가 매우 높은 신기술이다.

또한, 기존 방수공법은 2~3년에 한번씩은 방수면에 대한 재 보수작업을 하여야하는데 이때 수조의 경우 채워진 물을 빼내고 완전 건조를 시킨 후 CRACK 보수작업 및 재 방수 작업을 하고 충분히 양생이 된 다음 다시 물을 채워야 하나 작업 공정이 까다롭고 건조나 양생에 많은 시간이 소요되어 매 공정마다 정밀시공을 기대하기가 어려운 나머지 시공관리가 부실화되어 방수효과가 저감 될 수밖에 없으며, 이후 재보수를 요하는 유지관리 기간이 차츰 단축되어 막대한 비용이 투자되어야하나 반면에 효과는 급격히 저하되고 일정기간 동안 사용을 하지 못함으로 인해 관리 운용에 차질을 빚는 어려움이 있으나, 신기술인 PE-PANEL 공법으로 대처하게 됨으로써 공사비, 방수효과, 유지관리 등 모든 문제점을 한꺼번에 해결할 수 있는 우수한 특징을 지니고 있다.

2.3 기존방수·방식의 문제점

약품탱크나 침전지 및 각종 구조물 등의 방수·방식 콘크리트 구조물은 수밀성 확보를 위하여 콘크리트 단면을 적정 이상으로 크게 하여 시공하고 있으나 이는 자재의 낭비일 뿐만 아니라 취약한 결점이 있어 화학성분으로 인하여 콘크리트 내구성이 저하됨으로써 이를 억제하는데는 한계가 있고 구조물 내, 외부에 방수 처리를 하고 있으나 일정 기간이 경과하면 콘크리트의 부식 등으로 인하여 방수체가 박리되는 하자가 발생하여 화학약품 및 오·폐수가 누수되게 되는 원인으로 시설물의 안전성을 감소시키고 장기간이 경과할 경우 구조물의 기능을 상실하는 등 많은 문제점이 발생되었다.

2.4 기존공법 대 신공법의 장단점 비교

본 연구에서는 PE-PANEL을 목적구조물의 거푸집으로 활용하면서 PE-PANEL후면 요철부를 콘크리트와 일체가 되도록 매입·시공하여 탄성계수가 상이한 복합 재료를 일체화시켜 PE-PANEL과 CONCRETE를 구조적으로 합성거동체 함으로써, 외력에 의한 거동 또는 응력에도 아무런 변화없이 안정적으로 유지할 수 있어 PE-PANEL 자체가 영구 방수·방식용 피막으로 사용될 뿐 아니라 PANEL의 바깥쪽면을 마무리면으로 활용, 구조물 마감이 깨끗하여 외관이 미려하고 보수보강이 얼마든지 가능하며 재질의 물성상 내화학성을 지니고 있어 수밀 구조물의 내구성을 증대시킴으로써 방수·방식에 절대적인 효과를 가져다준다.

그러나, 기존의 목재 거푸집 및 합판 거푸집은 콘크리트 타설후 콘크리트가 일정 강도에 도달할 때까지 양생시킨후 거푸집을 탈형하여 콘크리트면이 고르지 못한 경우 면 고르기 작업 등을 실시하고 방수를 실시하는 등의 많은 후속 공정이 필요하나, 본 기술은 목재 거푸집과 달리 거푸집 제작시간의 단축과 시공후 콘크리트면 고르기의 불필요, 곡선부 시공시 형태를 얼마든지 자유자재로 제작할 수 있어 건설분야에 활용도가 매우 높은 신기술이다.

또한, 기존 방수공법은 2~3년에 한번씩은 방수면에 대한 재보수작업을 하여야하는데 이때 수조의 경우 채워진 물을 빼내고 완전 건조를 시킨후 CRACK 보수작업 및 재 방수 작업을 하고 충분히 양생이 된다음 다시 물을 채워야 하나 작업 공정이 까다롭고 건조나 양생에 많은 시간이 소요되어 매 공정마다 정밀시공을 기대하기가 어려운 나머지 시공관리가 부실화되어 방수효과가 저감 될 수밖에 없으며, 이후 재 보수를 요하는 유지관리 기간이 차츰 단축되어 막대한 비용이 투자되어야하나 반면에 효과는 급격히 저하되고 일정기간 동안 사용을 하지 못함으로 인해 관리 운용에 차질을 빚는 어려움이 있으나, 신기술인 PE-PANEL 공법으로 대처하게 됨으로써 공사비, 방수효과, 유지관리 등 모든 문제점을 한꺼번에 해결할 수 있는 우수한 특징을 지니고 있다.

3. 결 론

본 연구는 POLYETHYLENE이 갖는 재질의 특성을 이용하여 공법 기술로 접목하였을 때 나타날 수 있는 다양한 변화와 가능성을 가지고 분석, 검토하였다.

아울러 연구과정에서 나타난 점은 건설 기술중 방수·방식문제에 관해서는 공법이나 재료의 대부분을 수입품에 의존하고 있고 기존의 일반 방수공법은 공용중 발생하는 하자(CRACK등)에 대해서는 무기력할 뿐 아니라 누수

가 발생할 경우 사용구조물의 중단과 내용물의 처리, 세척, 건조, 보수, 재방수작업 등 까다로운 공정과 민원발생우려 유지관리비용의 증가 등 많은 문제점을 내포하고 있으나 본 공법은 이러한 점들을 보완하고 있는 공법이다. 이와 유사한 공법중 미국의 T-LOCK METHOD와 오스트레일리아의 AGRU - CON SUIT LINER 또는 CON SURE GRIP METHOD가 있으나 이는 모두 SHEET LINING METHOD로써 아직도 연구 개발중에 있으나, 그에 비해 본 기술은 구조체와 합성 거동케 하여 일체를 이룰 수 있는 진일보한 기술이다. 그러나 개발해야할 남은 과제로는 WELDING 방법의 개량, TAMPION의 개발, 보수·보강의 방법개선 등에 관하여는 좀 더 연구하여 발전시켜야 할 과제로 남아있다.

참고문헌

1. Modern Plastics, 45 [1] (1968)
2. 高橋 彰 : Polythylene 「中壓法Polythylene」 p. 99, 1961年間, 日刊工業新聞社
3. 酒井敏郎 : 高分子의 化學工業 「中壓法Polythylene」 p. 141, 1962年間, 化學同人社.
M.R. Cines et al., "Pilot Plant Development of a Polythylene Process", C.E.P. 54. 95 (1958)
3. 中山國男 : Polythylene 「低壓法Polythylene」 p.171, 1961年間, 日刊工業新聞社
山形 京 : 高分子의 化學工業, 「低壓法Polythylene」 p. 164, 1962年間, 化學同人社
4. K. Ziegler, H. Colonius : Ann, 479, 135 (1930)
5. K. Ziegler, H.G. Gellert : Ann, 567, 179 (1950)
6. A.E. Finholt, H.J. Schlesings : J. Am. Chem. Soc., 69, 1199 (1947)
7. K. Ziegler, H. Martin : Angew. Chem., 64, 323 (1952)
8. V.L. Lanza : R.A.V. Raff, K. W. Doak ed Crystalline Olefin Polymers Part 2, p. 301, p 350, Interscience (1964)
9. V.L. Lanaza : Mod. Plastics 34, 129 (1957)
10. P.J. Canterino : Encyclopedia of POLYMER Sci. and Tech. (H.F. Mark ed.) 6, 431 (1967)
11. H.J. Oswald, E.T. Kubu : SPE Trans., 3, 168 (July 1963)
12. S.L. Aggarwal, O.J. Sweeting : Chem. Rev. 57, 665~742 (1957)
13. A. Renfrew, P. Morgen ed. : Polythene ; Iliffe, London. 2nd ed.(1960)