

EPS 공법의 파괴사례 및 품질관리 개선방안

Case Studies of EPS Failure and Quality Control by Site Monitoring

김호비¹⁾, Ho-Bi Kim, 주태성²⁾, Tae-Sung Joo, 류기정³⁾, Ki-Cheong Yoo, 한태곤⁴⁾, Tae-Gon Han, 김태경⁵⁾, Tae-Kyoung Kim, 정종권⁶⁾, Jong-Kweon Jung

- 1) (주)한진중공업 건설기술연구소 주임연구원, Assistant Research Engineer
Institute of Construction Technology, Hanjin Heavy Industries and Construction, Co., Ltd.
- 2) (주)한진중공업 건설기술연구소 책임연구원, Senior Research Engineer
Institute of Construction Technology, Hanjin Heavy Industries and Construction, Co., Ltd.
- 3) (주)한진중공업 토목설계팀장, Managing Director
Civil Engrg Team, Hanjin Heavy Industries and Construction Co., Ltd.
- 4) (주)한진중공업 토목설계팀 부장, General Manager
Civil Engrg Team, Hanjin Heavy Industries and Construction Co., Ltd.
- 5) (주)한진중공업 토목설계팀 대리, Assistant manager
Civil Engrg Team, Hanjin Heavy Industries and Construction Co., Ltd.
- 6) (주)한진중공업 김제-부안간 도로공사 현장소장, General Manager
Hanjin Heavy Industries and Construction, Co., Ltd.

SYNOPSIS : EPS(Expanded Polystyrene) has been used in a variety of applications as a solution of difficult soil conditions encountered in construction activities. Although there has been significant worldwide growth in the use of EPS as a lightweight fill material, it has a few failure cases before and after the construction. This paper described the observed failures of EPS structures up to date around the world. Also, method of quality control was proposed for site monitoring.

Key words : EPS(Expanded Polystyrene), Failure, Quality Control(QC), Case study

1. 서 론

EPS 공법은 건설분야에서 토목섬유로 대표되는 폴리머계의 합성재료 활용분야 중 뛰어난 공학적 특성으로 인해 사용량이 점차 증가하고 있다. 이러한 EPS 공법은 최근 미국토목학회(ASCE)에서도 설계·시공병행(Fast Track)방식으로 수행한 솔트레이크시(The Salt Lake City, Utah) 외곽 15번 고속도로 확장공사(I-15 project)에 적용한 후 기술적인 탁월성을 인정하여 2002년 OCEA(The Outstanding Civil Engineering Achievement)로 선정함으로써 우수성이 확인되고 있다. 이와 같이 해외에서는 EPS 공법이 토목의 한 분야로서 자리매김하고 있으나 국내의 경우, EPS 공법에 대한 현장의 품질관리가 다소 미흡하여 공법의 발전을 더디게 하고 있다.

그러므로 본 연구에서는 국내·외에서 발생한 EPS 공법의 파괴사례분석과 함께 예방책으로서 현재 국내 제시된 품질관리방법을 중심으로 개선안을 제안하였다.

2. EPS공법 파괴사례

1972년 노르웨이에서 경량성토재로서 최초 적용된 EPS 공법은 현재까지 유럽, 일본, 미국 등지에서 몇 건의 파괴사례가 보고되고 있다. 여기서 EPS 공법의 파괴란 EPS 블록으로 구축된 구조물이 과도한 변형이나 손상에 의해 건설계획단계에서 예상했던 기능을 수행하지 못할 상태에 이른 것을 말하는데 해외에서의 파괴사례는 대부분 화재나 지하수위, 홍수에 의한 부력에 의한 것이었다.

2.1 화재와 관련된 파괴사례

2.1.1 EPS 파괴사례 소개

그림 1은 노르웨이에서 시공중 발생한 화재전경을 보여주고 있다. Frydenlund와 Aabø(1996)은 현재까지 시공중이나 시공후 EPS 블록의 화재에 의한 3건의 사고를 보고하였으며 국내의 경우, 1건이 비공식 보고되고 있다. 그중 유럽에서 발생한 2건의 사고는 시공중 EPS 블록 전면 벽체의 H파일 용접시 용접공의 부주의에 의해 불꽃이 블록에 튀어서 발생한 것이고 일본에서 발생한 1건은 EPS 블록의 충분한 양생 없이 적용한 EPS 블록이 시공중 조인트 부위로 발포기체인 부탄이 집전되어 발생한 것으로 밝혀졌다. 국내의 경우, 시공중 1건의 화재사고는 조사결과, 노무자의 담배꽂초에 의한 것이었다.



그림 1 시공중 발생한 EPS블록 화재(노르웨이, Frydenlund)

2.1.2 EPS 파괴 원인분석

EPS 블록은 화재에 매우 약하기 때문에 큰 주의를 요한다. Myhre(1996)에 의하면 EPS 블록의 내화성은 산소지수(O₂-Index, OI)로 표시되며 산소지수가 21 이하이면 EPS 블록은 공기중에서 쉽게 연소되므로 산소지수 25 이상의 난연성 EPS 블록을 추천하였다. 그러나 Frydenlund(1996)은 난연성 EPS 블록 사용시 블록가격상승으로 인해 경제성이 매우 떨어지므로 EPS 블록의 양생만 일정기간 이상 실시되었다면 난연성 EPS 블록을 사용하기 보다 시공시 화원이 가까이 가지 않도록 주의하는 것이 더욱 유용한 방법이라고 하였다. EPS 블록의 양생기간에 있어서 Miki(1996)는 EPS 블록이 생산된 후 3일 이내에는 발포체인 부탄이나 펜탄이 블록내 잔존하여 화재를 발생할 우려가 있다고 지적하면서 1주일의 양생기간을 제안하였다. 1주일의 양생기간은 이경철(1995)이 성형후 2주 내에 대부분 발생한다고 밝힌 0.05%~0.2%의 수축현상과 연결짓는다면 꼭 필요하다고 판단된다.

그러나 국내 EPS 블록 생산업체는 대부분 영세하여 일일 최대 생산량이 한정되어 있으며 급속한 시공과 신속한 자재납품을 원하는 현장의 논리와 배치되어 EPS 블록 납품시 양생을 하기 어려운 실정이므로 자재 발주시에 공장의 일일 최대 생산량을 감안할 수 있는 방안마련이 필요하겠다.

2.2 부력에 의한 파괴사례

2.2.1 EPS 파괴사례 소개

Frydenlund and Aabø(1996)에 의하면 해외에서는 EPS 블록의 부력에 의한 파괴사례가 2건이 보고

되고 있다. 1건은 1987년 10월, 노르웨이에 불어닥친 폭풍우에 의해 공용중인 도로포장단면의 파괴 및 성토체의 일부 유실이 발생하였고 대만에서 발생한 파괴는 지하수위가 설계시 예상했던 것보다 훨씬 높은 수위로 인해 도로가 유실되었다. 국내의 경우, ○○대교 건설공사의 교각 부근 배수관 보호를 위해 총 6단의 EPS 블록 시공을 계획하고 4단 성토 및 중간콘크리트층 타설후 5단계 성토하던 도중 여름철의 집중호우에 의해 EPS 블록이 부상한 사고가 발생하였다.

2.2.2 EPS 파괴 원인분석

해외에서 부력에 의해 발생한 EPS 블록의 파괴원인은 홍수재현주기나 지하수위가 예상보다 훨씬 컸기 때문이었다. 이는 호우강도값을 산출하는데 있어서 구조물의 공용주기를 고려하여 홍수재현주기를 안전측으로 산정하는 것이 중요하다는 것을 말해준다. 그러나 국내 시공중 발생하였던 파괴사례는 또 다른 교훈을 주고 있다. EPS 공법의 설계 단면이 시공완료후에는 EPS 블록의 배면과 저면에 충분한 배수층이 확보되어 있고 EPS 블록 중간부와 최상단에 콘크리트층이 있어 부력에 대한 저항력이 충분할지라도 시공중의 배수대책이 소홀하다면 EPS 블록이 시공중 집중호우에 의해 부상할 수 있다는 것이다.

즉 EPS 공법은 시공기간이 짧은 하나 시공중 EPS 블록이 부상하지 않도록 충분한 배수대책을 세워야 한다는 것이다.

2.3 EPS 블록간 단차 발생 사례

2.3.1 EPS 파괴사례 소개

Duškov(1997)에 의하면 네덜란드 로테르담에 있는 Matlingeweg도로에서는 원지반의 과도한 침하를 방지하기 위해 그림 2와 같이 EPS 블록 성토 및 상부 포장층을 시공하였다.

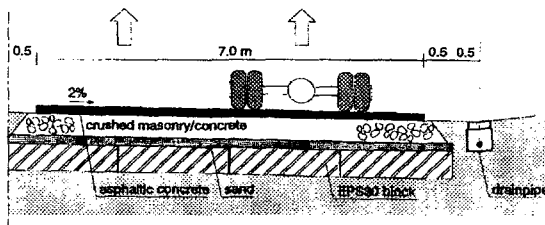


그림 2 파괴된 포장층 단면(Matlingeweg도로)

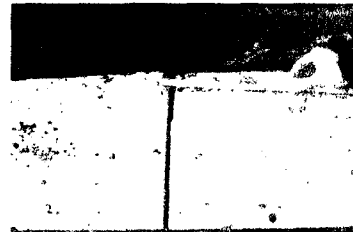


그림 3 EPS 블록 단차발생

이 때 EPS 블록은 D-30(30kg/m^3)을 1층(500mm) 높이로 콘크리트층 없이 성토하였으며 시공시 수평 방향의 조인트에는 연결편이 충분히 사용되었으나 수직방향의 조인트에는 연결편을 거의 사용하지 않았다. 수주일의 시간 경과후 아스팔트 표층의 횡방향 균열이 발생하였으며 재시공을 위해 아스팔트 표층을 걷어내고 EPS 블록의 시공상태를 확인해본 결과, 그림 3과 같이 시공된 EPS 블록 사이에 최대 20mm의 수평단차와 10mm의 수직단차가 발생하였다.

2.3.2 EPS 파괴 원인분석

본 사례의 EPS 파괴는 단 한층만의 EPS 블록을 연결편의 충분한 사용 없이 시공하여 생긴 블록간 수평, 수직 단차에 의한 것이었다. 또한 EPS 블록 성토층의 조인트부위가 그림 2와 같이 상부 교통하중 작용선과 동일연직선 상에 있는 것도 파괴원인중 하나로 지적되고 있다. Horvath(1999)는 본 사례를 통해 EPS 블록이 경량성토공법으로 사용되었을 때에는 연직방향으로도 연결편의 사용이 엄격히 지켜져야 하며 상호마찰력이 큰 EPS 블록이 균질한 거동을 하려면 최소한 2층 이상을 적층하되 조인트가 겹쳐지

지 않도록 성토되어야 균질한 거동을 할 수 있다고 평가하였다. 또한 4단~6단마다 타설하는 콘크리트 층의 역할 또한 단지 상부 하중분산이나 부력방지효과 뿐만 아니라 EPS 구조체의 일체화된 거동을 도울 수 있으므로 4단 이하의 EPS 블록 성토에도 콘크리트층이 필요하다고 판단된다.

2.4 EPS 블록의 과도한 변형

2.4.1 EPS 파괴사례 소개

EPS 블록의 품질은 곧 EPS 공법의 생명을 좌우한다. 이에 관해 Myhre(1995)은 EPS 블록의 품질관리가 없었던 몇 개의 현장에서 저급의 EPS 블록이 시공상의 심각한 손상을 야기하였다고 보고하고 있다. 그러나 자세한 해외사례는 아직 보고된 바 없으며 국내의 경우, 교대뒤채움이나 동물이동통로에 적용한 EPS 블록이 과도한 변형에 의해 파괴된 수건의 사례가 있다. 국내 파괴사례는 대부분 EPS 블록의 과도한 변형에 의해 구조물 시공완료 전후 파괴가 발생하였다. 이 중 한 사례의 경우, 침하판을 이용하여 현장의 파괴추이를 살펴볼 수 있었으며 여기서는 조사된 사례를 중심으로 파괴원인을 살펴보았다.

(1) 현장개요

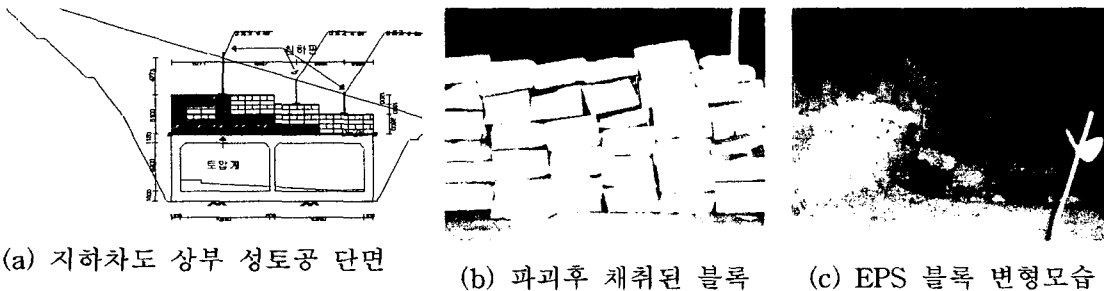
그림 4는 EPS 공법이 파괴된 현장전경 및 파괴전 시공현황을 보여주고 있다. 그림 4에서 보듯이 본 현장의 지하차도는 계획단계에서 양측 사면절토, 박스구조물(지하차도)설치후 박스상단부를 동일높이(8m)로 복토할 예정이었으나 주변 주민의 민원과 환경친화적 동물이동통로(Eco-bridge) 확보를 위해 양측사면 천단부를 연결하는 성토를 계획하였으며 이 때 기완공된 박스구조물에 작용하는 구조물 연직하중 저감을 위해 EPS 공법을 계획하였다.



그림 4 D도로 현장전경 및 사고전 시공현황

(2) 현장시공현황

본 현장은 상부 EPS 블록 포설(D-25, D-30 혼용)후 흙성토를 실시하였다. 흙성토 실시후 매설된 침하판을 통해 EPS 블록의 변형을 살펴본 결과, 흙성토 증가와 함께 지속적인 변위가 발생하였고 급기야 상부 흙성토 수일만에 EPS 블록 전체포설높이 3~6m의 50~60%에 해당하는 변형이 발생하였다.



(a) 지하차도 상부 성토공 단면

(b) 파괴후 채워진 블록

(c) EPS 블록 변형모습

그림 5 현장 EPS 블록포설단면 및 사고현황

파괴발생 후 흙성토부를 제거하고 EPS 블록의 변형정도를 살펴본 결과, 그림 5 (b)~(c)와 같은 변형

이 발생한 것을 확인하였으며 약 50%의 변형이 발생한 곳의 상부성토고는 일정치 않았으나 평균 4m 정도로서 약 6.8t/m²의 자중이 작용하였다.

2.4.2 EPS 파괴 원인분석

현장에 설치된 EPS 블록의 침하계측, 현장시료 채취 및 실내시험 등을 통해 종합적으로 도출된 파괴 원인은 다음과 같다.

(1) EPS 업계의 구조적 문제점

국내 EPS블록 업계는 크게 원료를 공급해주는 업체(대기업)와 원료를 공급받아 생산하는 업체로 구분할 수 있다. 여기서 EPS 블록의 품질은 원료를 공급받아 생산하는 업체에서의 발포과정에서 좌우되고 있으나 국내 수백개로 추산되고 있는 생산업체가 대부분 영세하고 화학회사인 이들의 토목에 대한 절대적인 지식이 부족하여 EPS 블록의 품질이 제대로 지켜지지 않는 형편이다. 또한 1990년대 중반 EPS 원료업체 사이에서 촉발된 덤핑으로 인해 업체간 출혈경쟁이 심화되고 있으며 여기서 발생하는 손해분이 생산업체에게 전가됨으로서 품질저하를 더욱 촉발시키고 있다.

(2) 설계자의 공법에 대한 지식부족

드문 경우이긴 하나 EPS 블록이 파괴된 한 현장의 경우, 가장 큰 사고원인은 설계정수의 선정에 문제가 있었다. 이 현장의 암거상부 EPS블록 채움 원설계안은 D-20 및 D-25를 사용한 성토였으나 발주처의 예산절감 방침에 따라 감리단에서 설계를 검토한 후 D-20과 D-25를 사용하도록 계획되었던 EPS블록을 D-15를 이용하는 것으로 변경하였다. 실제 EPS블록의 탄성변형한계는 1.5~2%이므로 설계시에는 변형을 1% 일때의 강도를 기준으로 설계하도록 되어있으나 감리단에서는 EPS 안내책자에 표시된 품질관리기준 강도인 5%를 기준으로 한 설계를 실시한 것이었다.

실제 경량성토공법에 사용할 수 있는 최소밀도가 D-20이라는 것도 모르고 있었던 감리단에 의해 간편설계된 이 현장의 경우, 현장시료채취결과, 현장에 납품된 EPS 블록이 D-15도 만족하지 못하는 저급으로 판명되었으나 가장 큰 원인제공자인 감리단에서 책임을 물었던 경우이다.

(3) 현장 품질관리의 허술함

EPS 블록은 자연상태에서 얻을 수 있는 흙성토재료와 달리 공장에서 생산되는 제품이기 때문에 공학적 특성이 명확하므로 재료문제가 발생하지 않는다면 현장의 파괴 또한 방지할 수 있으며 시공시 품질관리 또한 흙성토재료보다 쉽다고 할 수 있다. 그러나 현장기술자의 공법에 대한 사전지식이 부족하여 EPS 공법에서 가장 중요한 요소인 재료검수가 납품업자에 의해 형식적으로 이루어지고 있다. 또한 생산업체가 현장에 제출하고 있는 시험성적서의 경우, 공인기관에서 실시한 신뢰성있는 결과이긴 하나 EPS블록의 시료채취를 생산업체에서 실시한 후 공인기관에 시험을 의뢰하므로 시험한 시료와 현장에 반입된 제품이 동일한지에 대해 신뢰하기 어려운 상황이다. EPS 블록 파괴가 발생한 국내사례 중 재료검수시 시험성적서에 '불합격'으로 표시된 제품이 하나도 없었던 것이 이를 반증한다.

3. EPS공법의 품질관리 개선방안

EPS 공법의 전문시방규정으로는 '한국도로공사 전문시방서(2001) 3-6 EPS 성토공'이 있다. 여기서는 현장에서 시공시 한국도로공사 전문시방서(2001)의 품질관리 방법을 기준으로 현장에서 품질관리를 실시할 수 있는 실질적인 방안을 제시하면 다음과 같다.

(1) 개요

국내에서는 토목분야에 주로 형내발포법에 의해 제조된 EPS 블록을 사용한다. 현재 현장의 품질관리는 현장기술자가 EPS블록 납품업체에서 수령한 시험성적서에만 의존하고 있으나 최근 업계의 실태 등

을 고려하였을 때 재료의 품질자체가 의심되는 실정이므로 현장에서는 철저한 품질관리가 필요하다.

한편 한국도로공사 시방서에서는 EPS 블록의 최소사용밀도를 20kg/m^3 이상으로 제한하였는데 이는 EPS블록 생산시 밀도가 20kg/m^3 이상은 되어야 크리프 등의 강도특성이 공학적 재료로서 이용가능한 것으로 해석할 수 있다. 한국도로공사 전문시방서에서는 표 1의 기준을 제시한 압축강도 시험빈도로 제시하였으나 연소성에 대해서도 동일한 빈도로 시험을 실시하는 것이 바람직하다고 판단된다.

표 1 EPS 블록재료의 관리빈도 한국도로공사 전문시방서(2001)

EPS 블록 시공량(m^3)	시험블록 최소개수(개)
2,000 미만	2
2,000이상 5,000 미만	3
5,000이상 10,000미만	4
10,000 이상	$1/(2,000 \text{ m}^3)$

(2) 블록치수

EPS 블록치수는 최소눈금 1mm줄자를 사용하여 길이, 폭, 두께에 대하여 중앙과 양 끝점을 측정 한 후 평균치를 구한 것이 표 3 이내에 들어야 하며 이 때 각 모서리에 맞댄 면은 서로 직각이어야 한다.

표 2 블록의 치수(단위 : mm)

규격(mm)	구분	오차범위	비고
1800×900×600	길이	1800±3	척도법 사용
	폭	900±3	
	두께	600±3	

현장에서는 블록치수 검사시 반입되는 20개의 EPS블록당 1블록을 선정하여 길이, 폭, 너비를 측정할 수 있다. EPS 블록치수의 경우, 단면형성과 관계가 있는데 운반도중 손상이 없다면 형틀내에서 발포생산되는 EPS 블록에 기준치 이상의 큰 오차는 발생하지 않는 것으로 나타났다.

(3) 밀도

EPS블록의 밀도는 블록의 무게를 0.1kg의 단위까지 측정 한 후 블록치수로부터 구한 체적으로 나누어 주었을 때 표 4에 명시한 기준을 만족해야 한다.

표 3 EPS 블록의 품질기준 한국도로공사 전문시방서(2001)

구분	단위중량 (tonf/m^3)	밀도편차 (%)	흡수량 ($\text{g}/100\text{cm}^3$)	연소성	허용압축응력 (tonf/m^2)	압축강도 (tonf/m^2)
토목용 1호 (D-30)	0.030 이상	10	1 이하	자기소화성 (3초 이내 소화)	9.0 이상	18.0 이상
토목용 2호 (D-25)	0.025 이상				7.0 이상	14.0 이상
토목용 3호 (D-20)	0.020 이상				5.0 이상	10.0 이상
토목용 4호 (D-15)	0.015 이상				3.0 이상	7.0 이상
비고	D : Density D-30, D-25, D-20, D-15는 밀도를 나타냄				압축탄성한계 (탄성 변형시)	5% 변형시

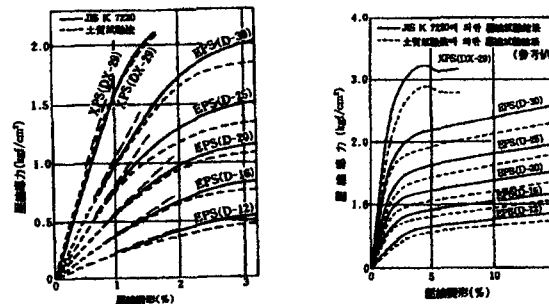
EPS블록의 밀도확인 은 품질관리방법 중 쉬우면서도 중요한 방법이다. 그 이유는 EPS 블록 강도가 EPS 블록 밀도와 선형비례하기 때문이다. 즉, 현장에 반입되는 EPS 블록의 밀도의 확인만으로 현장에 반입된 블록의 품질을 간단히 확인할 수 있다. 이는 국내 파괴가 발생한 현장에서 채취한 EPS 블록 시

료가 모두 설계치를 훨씬 밑도는 밑도였다가 것이 이를 증명한다. 실제 현장에서도 자재반입지역에 35kg 용량의 저울을 갖다놓고 손쉽게 검사 할 수 있다.

블록 생산업체의 측면에서 살펴보았을 때 EPS 블록의 밑도는 생산원가와 직결된다. 그래서 최근 현장에 반입된 EPS블록이 설계단위중량에서 오차범위를 뺀 단위중량에 맞추어 납품되고 있는 것이다. 그러므로 평균값 등에 대한 제한 없이 오차범위 안에 들면 되는 밑도에 관한 규정은 한국도로공사 전문시방서(2001)에서 제시한 바와 같이 설계단위중량 이상의 재료로만 제한을 두거나 여러 회의 강도시험을 통해 현재 기준을 보완하여야 한다, 예를 들면 반입된 EPS 블록 시료중 측정된 시료의 밑도값이 오차범위 이내 일지라도 설계단위중량을 밑돈다면 2~3개에 대한 밑도를 추가로 측정한 후 평균값이 설계 단위중량 아래라면 재료 반입을 중지시키는 방법을 사용할 수 있을 것이다.

(4) 압축강도

현장에서의 일축압축시험에서 한가지 어려운 점은 현장시료의 성형이다. 왜냐하면 현장에서 채취한 EPS 블록을 허용오차 이내의 편평도로 성형하는 것이 불가능하기 때문이다. 더군다나 시료를 KS F 2314에서 제시한 원기둥 형태로 성형하는 것은 거의 불가능하다.



(a) 변형을 15% (b) 변형을 3%
그림 6 EPS블록의 일축압축시험결과 미원유화(1993)

또한 한국도로공사 전문시방서(2001)를 살펴보면 KS M 3831(경질 발포 플라스틱의 압축 시험 방법, 1997 개정), 또는 KS F 2314(흙의 일축압축시험 방법, 2001 개정)에 근거한 일축압축강도시험법과 함께 표 3의 품질관리기준을 제시하고 있다.

그러나 KS M 3831은 시험편 치수를 직육면체 블록의 높이 $50 \pm 1\text{mm}$, 너비 및 길이 $100 \pm 1\text{mm}$ ($50 \times 50 \times 50\text{mm}$)로 성형한 후 10mm/min의 재하속도로 압축강도를 측정하는 방법이고 KS F 2314는 EPS 블록을 원통형공시체($\phi 50 \times 100\text{mm}$)로 성형한 후 재하속도를 1%/min로 일정하게 유지시키며 압축강도를 측정하는 방법으로서 규격별로 일축압축강도값에 차이를 갖는다. 그림 6은 KS 규정과 동일한 일본의 규정에 의해 실시한 일축압축시험 결과를 나타낸다.

이와 같이 압축강도에 대한 현장시험은 시료성형의 어려움 때문에 쉽지 않으므로 현장에서는 EPS 블록의 자재검수와 함께 일축압축강도시험을 위한 시료채취를 위해 EPS 생산공장을 방문하여 현장에 납품되는 제품에 대한 샘플링을 불시에 실시함으로써 현장시험실에서 일축압축강도 시험기를 이용한 강도 측정을 제안한다.

(4) 연소성

연소성에 관련된 문제는 노르웨이에서 2건의 화재사태가 보고되었듯이 해외에서 그 중요성을 찾아볼 수 있다. 비록 국내에서는 화재와 관련된 큰 사고는 없었으나 EPS 블록이 화재에 매우 취약하다는 점과 대구지하철 화재참사와 같이 화재에 대한 사회적인 관심이 고조되고 있는 것을 감안하여 KSM 3808에 따라 연소성에 대해 정확한 평가를 해야 하겠다. 또한 EPS 블록 생산시 최소 1주일의 양생기간을 가져야 하며 시공시에도 외국의 화재사태를 교훈삼아 화원이 발생할 수 있는 조건에서는 현장기술자의 세심한 주의가 필요하겠다.

(5) 기 타

앞절에서 밝힌 네덜란드의 도로파괴사례는 시공품질관리와 관련하여 몇가지 과제를 안겨주고 있다. 한국도로공사 전문시방서(2001)에서는 블록 설치공에서 블록설치시 상호틈새는 20mm, 단차는 10mm로 제한하였으나 해외에서는 최대 20mm의 틈새를 가진 사례에서 도로 상부구조의 파괴가 발생하였으므로 이 기준은 현장에서 좀 더 엄격하게 적용하는 것이 바람직하고 판단된다. 또한 EPS 블록은 1단 포설시 EPS 구조체의 균질거동에 영향을 미칠 수 있으므로 블록은 최소 2단 이상 성토하여야 하며 EPS 블록 구조체의 층수가 4단 이하라 할 지라도 EPS 블록 최상단에 콘크리트층을 타설해 줌으로서 하중분산, 부력저항 및 균질한 거동을 유도해야 할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 논문에서는 제방성토, 구조물 채움/뒤채움 등에 널리 사용되고 있는 EPS 공법에 대한 향후 적용확장 분야에 대해 간략히 소개하고 국내의 파괴사례에 대한 조사, 분석한 후 다음과 같은 결론에 도달하였다.

1. EPS 공법에 대한 파괴사례 조사결과, 파괴원인으로는 크게 화재, 부력에 의한 EPS 블록 부상, 시공 조인트 부위의 단차발생, EPS 블록의 품질저하가 있었다.
2. EPS 공법의 설계, 시공에 있어서 화재는 시공중 화원이 근접하지 않도록 주의하고, 부력의 경우, 수리학적 정수를 안전측으로 두며 EPS 블록은 최소 2단 이상 적층하도록 계획하여야 한다.
3. 최근 국내에서는 EPS 블록의 품질저하에 따른 파괴사례가 발생하고 있으므로 현장에서는 블록치수, 밀도, 압축강도, 연소성에 대한 현장품질관리를 실시하여야 하겠다.

감사의 글

본 연구를 위해 각종 자료를 아낌없이 지원해주신 “EPS 토목회”에 감사의 말씀을 전합니다.

참 고 문 헌

1. 이경철(1995), EPS블록의 제조와 품질관리, EPS(Expanded Polystyrene)토목공법 국제학술세미나 논문집, 한국건설기술연구원, pp. 137~156.
2. 미원유화(1995), EPS공법(번안서적), (주)미원유화, 207 pp.
3. 한국도로공사(2001), 고속도로공사 전문시방서(토목편) 3-6 EPS 성토공, 한국도로공사.
4. 한태곤(2002), Box Culvert 상부 EPS블록의 변형 특성, 경희대학교 석사학위논문, 70 pp.
5. Bartlett, S., Negussey, D., Kimble, M.(2002), Use of Geofom for I-15 Reconstruction in Salt Lake City, UT. Geofom Research Center, Syracuse University Syracuse, NY.
6. Duškov(1997), Measurements on a Flexible Pavement Structure with an EPS Beofom Sub-Base, *Geotextiles and Geomembranes*, Vol. 15, Nos. 1-3, pp. 5~27.
7. Frydenlund, T. E., Aaboe, R.(1996), Expanded Polystyrene-The Light Solution, *Proceedings of the International Symposium on EPS Construction Method(EPS Tokyo '96)*, EPS Deveolpment Organization, pp. 31~46.
8. Horvath, J. S.(1999), Lessons Learned from Failures Involving Geofom in Roads and Embankment, Manhattan College Research Report No. CE/GE-99-1
9. KS F 2314, 흙의 일축 압축 시험 방법, 한국공업규격.
10. KS M 3808, 발포 폴리스티렌 보온재, 한국공업규격
11. KS M 3831, 경질 발포 플라스틱의 압축 시험 방법, 한국공업규격.
12. Miki, G. (1996). EPS Construction Method in Japan. *Proceedings of the International Symposium on EPS Construction Method(EPS Tokyo '96)*, EPS Deveolpment Organization, pp. 1~7.