

# 건설현장에서 사용된 수직보호망의 재활용 타당성 분석에 관한 연구

## The Analysis on the Validity of Recycling of Vertical Protective Nets Used in Construction Sites

조 현 대<sup>1</sup>

정 재 동<sup>2\*</sup>

Cho, Hyun-Dae<sup>1</sup> Jaung, Jae-Dong<sup>2\*</sup>

Adjunct Professor, Department of Architectural Engineering, Daegu University, Gyeongsan-si, Gyeongsangbuk-do, 38453, Korea<sup>1</sup>

Professor, Department of Architectural Engineering, Daegu University, Gyeongsan-Si, Gyeongsang buk-Do, 38453, Korea<sup>2</sup>

### Abstract

The issue of waste and its recycling is perceived as a worldwide environmental problem, and the plastic waste is perceived as the biggest social problem threatening the lives of mankind. The vertical protective net, manufactured by using the plastic resin is vertically installed on the outside in case of formwork at the construction site, in order to prevent the fallen objects and scattered dusts. The objective of this study is to understand the actual use status of vertical protective net in the construction site, to examine the changes in the environment-related regulations recently strengthened in the construction site, and also to improve the field technicians' perception of it. And based on it, this study aims to suggest the measures for using the rational and environment-friendly materials and also for promoting the recycling of vertical protective net as the vertical protective nets made of plastic resin are thoughtlessly used in the construction site.

Keywords : manmade fibre, vertical protective net, occupation safety and health acts, recycling

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

수직보호망이란 건설 공사 현장에서 가설 구조물의 바깥면에 설치하여 낙하물 및 먼지의 비산 등을 방지하기 위하여 수직으로 설치하는 것으로서 건축물 시공시 낙하물에 의한 위험방지를 위하여 필수적으로 설치하여야하는 가설 구조물이다. 현재 수직보호망으로 판매되고 있는 종류로는 PCV, PP, PET, PE 재질의 인조섬유를 사용하여 제작하고 있으며 이와 관련한 규정으로는 「산업안전보건기준에 관한 규

칙」 ②항에서 다음과 같이 규정하고 있으며, ②항의 규정은 2017년 12월 29일 개정되었으며 관련 내용의 시행은 2018년 12월 29일부터 관련 규칙을 준수하여야 한다.

그러나 건설현장에서는 수직보호망의 재질과 관련 법령의 개정에 대하여 사용주체의 인식이 부족하고, 수직보호망의 사용 후 폐기 및 재활용에 대한 명확한 기준이 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 수직보호망의 사용실태를 확인하기 위하여 조사범위를 가장 많이 사용되고 있는 갱폼 거푸집 공법에 설치하는 수직보호망으로 한정하였으며, 건설현장에서 사용되고 있는 수직보호망의 관련 규정을 분석하고 사용 실태와 폐기 과정 등을 조사하고자 한다. 그리고 이를 바탕으로 건설현장 기술자들의 법령 개정에 대한 인식 제고와 합리적인 수직보호망의 사용을 제안하고, 친환경적인 자재의 사용과 수직보호망의 재활용을 촉진하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

Received : August 22, 2018

Revision received : September 14, 2018

Accepted : September 28, 2018

\* Corresponding author : Jaung, Jae-Dong

[Tel: 82-53-850-6517, E-mail: jdjaung@daegu.ac.kr]

©2018 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.



Figure 1. China's waste import restrictions  
\* KBS NEWS (access date : 2018. 04.)

## 1.2 연구의 절차 및 범위

관련 연구를 진행함에 있어 우선 정부의 폐기물 정책에 대한 분석을 통하여 앞으로의 폐기물 재활용에 대한 정책 방향을 이해하고자 한다.

그리고 이를 바탕으로 건설현장에서 사용되고 있는 수직 보호망의 사용현황과 폐기 현황을 조사하여 수직보호망의 재활용 타당성을 분석하고 수직보호망의 나아갈 방향을 모색하고자 한다.

## 2. 정부의 정책 방향

### 2.1 폐기물로 인한 사회 현상

현재 폐기물 및 이의 재활용 문제는 전 세계적인 환경문제로 인식되고 있으며, 특히 해양폐기물의 경우 인류의 목숨까지 위협하는 가장 큰 사회적 문제로 인식되고 있다[1].

2018년 세계의 가장 큰 화두는 “중국의 폐기물 수입 금지 조치”로서 중국이 쓰레기를 수입 금지함으로써 세계경제와 사회에 매우 큰 영향을 끼쳤다(Figure 1).

우리나라도 폐기물을 수출하는 국가이며 환경통계연감[2]에 의하면 「국내 신고대상 폐기물 수출」 기준으로 2016년에 276,171톤을 수출하였으며 가장 많은 폐기물 수출은 폐합성고분자화합물로서 84%를 차지하고 있다. 또한 2012년부터 2015년까지 폐합성고분자화합물의 수출 비중이 50%인 것과 비교하여 2016년에는 크게 증가하였다.

### 2.2 재활용(폐기물) 쓰레기의 정부 정책

#### 2.2.1 기존 정부 정책

국내 폐기물의 발생원[2] 중에서 “건설현장에서 발생하는

폐기물”은 우리나라의 총 폐기물 발생량에서 약 50% 이상을 차지하고 있다. 이에 국가에서는 효율적인 관리 및 재활용을 위하여 관련 법률의 제정 및 각종 규정을 제정하고 점차 이를 강화하고 있으며, 효과적인 제도 정착을 위해 재활용 촉진을 위한 각종 인센티브 방안 등이 제시되고 있다.

가장 대표적인 관련 규정으로는 ‘건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률’로서 ‘제1조(목적)’에서는 다음과 같이 법률의 목적을 다음과 같이 명시하고 있다.

「이 법은 건설공사 등에서 나온 건설폐기물을 친환경적으로 적절하게 처리하고 그 재활용을 촉진하여 국가 자원을 효율적으로 이용하며, 국민경제 발전과 공공복리 증진에 이바지함을 목적으로 한다.」

또한 ‘자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률’에서는 ‘제1조(목적)’에서는 다음과 같이 법률의 목적을 다음과 같이 명시하고 있다.

「이 법은 폐기물의 발생을 억제하고 재활용(再活用)을 촉진하는 등 자원(資源)을 순환적으로 이용하도록 함으로써 환경의 보전과 국민경제의 건전한 발전에 이바지함을 목적으로 한다.」

그러나 이를 뒷받침하는 관련기준의 미비, 정부부처 간의 환경정책의 상이 등으로 인하여 재활용을 어렵게 하고 있다. 그 대표적인 예로 ①재활용이 되지 않는 플라스틱을 사용한 제품, ②이종의 수지를 사용한 제품 등이 친환경 제품으로 둔갑하여 정부의 친환경제품으로 인정되는 사례도 있다[3].

#### 2.2.2 향후 정책 방향

2018년 5월 10일 환경부의 보도 자료[4]에 따르면 정부는 현재까지의 재활용 정책을 대대적으로 개편한 종합대책을 발표하였으며, 종합대책에는 재활용 폐기물에 대한 공공관리 강화와 함께 재활용 시장 안정화 방안을 중점적으로 검토하여 제품 생산부터 폐기물의 재활용까지 각 순환단계별 개선대책을 담고 있다.

특히 주목해야하는 대책으로 ①생산부분에서는 2020년까지 무색 페트병으로 전환하고 재활용 의무대상을 확대, ②소비부분에서는 대형마트 및 슈퍼에서 사용되는 비닐봉투의 사용금지 등을 통하여 2030년까지 국내에서 버려지는 플라스틱 폐기물의 발생량을 50% 감축하고 재활용률을 기존 34%에서 70%까지 끌어올리기 위한 종합대책을 발표하였다.

또한 산업안전보건기준에 관한 규칙[5]에 따르면 건설공

사에 사용하는 수직보호망과 관련하여 제14조(낙하물에 의한 위험의 방지)에서는 다음과 같이 규정하고 있으며, 특히 ②항의 경우 2018년 12월 29일부터 개정된 내용이 시행되어 현장에서의 주의가 요구된다.

「① 사업주는 작업장의 바닥, 도로 및 통로 등에서 낙하물이 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 경우 보호망을 설치하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.

② 사업주는 작업으로 인하여 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 경우 낙하물 방지망, 수직보호망 또는 방호선반의 설치, 출입금지구역의 설정, 보호구의 착용 등 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다. 이 경우 낙하물 방지망 및 수직보호망은 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 것을 사용하여야 한다.〈개정 2017. 12. 28.〉[시행일: 2018. 12. 29]

③ 제2항에 따라 낙하물 방지망 또는 방호선반을 설치하는 경우에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

- 1) 높이 10미터 이내마다 설치하고, 내민 길이는 벽면으로부터 2미터 이상으로 할 것
- 2) 수평면과의 각도는 20도 이상 30도 이하를 유지할 것

### 3. 수직보호망

#### 3.1 개요

##### 3.1.1 수직보호망의 종류

건설현장에서 사용되는 수직보호망은 Figure 2와 같이 갯폼 거푸집의 바깥면에 설치하여 작업공간에서 발생하는 각종 낙하물로 인한 피해 및 먼지의 비산 등을 방지하기 위하여 수직으로 설치하여 사용되는 보호망으로서 성능 검정 규격에 합격한 제품만을 건설 현장에서 사용하도록 의무화하고 있다[5].

현재 국내 건설현장에서는 다음 3가지의 수직보호망이 사용되고 있다.

- ① PVC(폴리염화비닐, polyvinyl chloride) 코팅 수직보호망
- ② PP(폴리프로필렌, polypropylene)망
- ③ PET(폴리에틸렌 테레프탈레이트, polyethylene terephthalate) 수직보호망



Figure 2. Vertical protective net

##### 3.1.2 수직보호망의 사용상 관련 인증규정

현재 건설현장용 수직보호망을 제조·납품하기 위해서는 제조업자 또는 사용자자가 인증서류를 제출하여야 하며, 건설현장 및 관련기관에서 요구하는 인증서류는 다음과 같다.

- ① 한국산업표준(KS) 인증 서류
- ② 산업안전보건법의 안전인증(KCS) 인증 서류
- ③ 위 2가지 인증 서류를 모두 요구하는 경우

그러나 건설현장 또는 관련기관에서 요구하는 인증서류가 달라 수직보호망을 제조·납품하는 업체에서는 한국산업표준(KS)과 안전인증(KCS)을 모두 받아야만 하는게 현실이다.

이에 정부에서는 위와 같은 불합리한 2중 인증을 해소하기 위하여 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」을 일부개정(2017. 12. 28.)하여 추락 또는 낙하방지망을 「산업안전보건법」의 안전인증 대상 품목에서 제외하되, 추락 또는 낙하방지망 등을 설치하는 경우 “한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 것을 사용” 하도록 개정하였다.

따라서 2018년 12월 29일부터 시행되는 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」에서는 건설현장에서 사용되는 수직보호망은 “한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 것”만 사용하여야 한다.

#### 3.2 수직보호망 관련 한국산업표준 규정

##### 3.2.1 수직보호망(KS F 8081:2004)

한국산업표준에서는 수직보호망의 관련 표준[6]을 ‘KS F 8081:2004 수직보호망’에서 상세히 규정하고 있으며 관련 표준에서는 수직보호망의 종류를 수직보호망의 방망을 구성하는 방법에 따라 ①메시 시트형, ②그물망형 두가지로

구분하고 있으며, 재료는 다음과 같이 규정하고 있다.

① 방망사는 KS K ISO 2076에서 규정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 인조 섬유로서 방염성이 있는 것으로 한다.

② 방염제는 무독성 방염제로 한다.

③ 연결 고리가 있는 경우 연결 고리는 KS D 5301에서 규정하는 관(C2600T)의 표준에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질 및 내식성이 있는 것으로 한다.

또한 ‘KS F 8081:2004 수직보호망 해설’ 부분에서는 수직보호망의 망상에 사용되는 방망사에 대한 명칭과 이종(異種) 수지의 사용에 대한 내용을 추가로 명시하고 있으며 관련 내용은 다음과 같다.

「수직보호망의 방망에 사용되는 방망사는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 인조 섬유 만 사용하도록 규정되어 있으며 인조 섬유의 명칭은 KS K ISO 2076에서 규정하고 있는 용어를 인용함으로써 재료의 기본적인 물성을 명확히 하였다. 또한 방염 처리를 위해 액상 방염 처리를 위해 액상 방염제에 함침할 경우, 방염제가 빗물 등에 씻겨나가 방망의 방염성이 저하되거나 또는 이종(異種) 수지를 사용하여 코팅할 경우 재활용이 불가능하게 되므로 방망사는 방망을 구성하기 전 방염성이 있는 인조섬유를 사용하도록 정하고 있다. 또한 방염제는 무독성 방염제를 사용하도록 규정하였다.」

### 3.2.2 텍스타일 인조섬유 일반명칭(KS K ISO 2076:2015)

“KS F 8081:2014 수직보호망”의 한국산업표준에서 방망에 사용되는 방망사는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 인조 섬유 만 사용하도록 규정되어 있으며 인조 섬유의 명칭은 KS K ISO 2076[7]에서 규정하고 있는 용어를 인용함으로써 재료의 기본적인 물성을 명확히 하고 있다.

“KS K ISO 2076:2015 텍스타일 - 인조섬유 - 일반 명칭”에서는 의류용 또는 기타의 목적으로 산업 현장에서 현재 제조되고 있는 인조 섬유를 주 고분자(main polymer)에 근거해서 정의하고 있다.

다음은 “KS K ISO 2076:2015 텍스타일 - 인조섬유 - 일반 명칭”에서 “KS F 8081:2014 수직보호망”의 한국산업표준에서 방망에 사용할 수 있는 섬유를 발췌하였다(Table 1).

Table 1. Textiles-manmade fibres-ceneric names(KS K ISO 2076)

Common Name	Code
polyamide	PA
polyethylene	PE
polypropylene	PP

2018년 12월 29일부터 시행되는 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」에서는 건설현장에서 사용되는 수직보호망은 “한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 것”만 사용하도록 규정하고 있다[5].

따라서 현재 건설현장에서 수직보호망으로 많이 사용되고 있는 PVC코팅망은 KS F 8081:2014 수직보호망에서 사용할 수 있는 방망사의 재료에 포함되어 있지 않거나 이종(異種)수지의 사용을 금지하는 사항에 해당되므로 2018년 12월 29일부터 사용할 수 없는 수직보호망으로 판단된다.

### 3.3 수직보호망의 사용현황 조사

건설현장에서 사용되고 있는 수직보호망의 사용현황을 조사하기 위하여 국내 현장을 기준으로 건설기술자 및 안전관리자 등을 대상으로 설문조사를 진행하였다.

설문 조사는 12개의 현장을 대상으로 실시하였으며, 경기도 7개, 경상북도 5개 현장을 대상으로 하여 설문 조사를 진행 하였으며, 총 96명의 현장 기술자가 관련 질문에 답하였으며, 이중 안전관리자는 12명이다(Table 2).

Table 2. Distribution by position(unit: person)

Position	Architect engineer	Safety manager	Partners	Total
Field representative	10		12	22
Manager	15			15
Assistant Manager	20	5		25
Engineer	27	7		34
Total	72	12	12	96

설문조사를 진행한 결과 Table 3과 같이 대부분의 현장에서 PVC 코팅 수직보호망(93%)을 사용하고 있었으며, 그

다음으로 PP 수직보호망(4%), PET 수직보호망(3%)을 사용하는 것으로 조사되었으며, Nylon 또는 PE 수직보호망은 사용하지 않는 것으로 조사되었다.

또한 수직보호망의 사용 후 처리 방법에는 Table 4와 같이 대부분 현장에서 혼합폐기물로 버리는 것으로 조사(95%)되었으며, 일부는 다른 현장에 재사용(2%), 그리고 재활용을 하였다는 대답은 3%로 조사되었고 “관급공사에서도 동일하게 사용하고 있다”라고 답하였다.

Table 5와 같이 건설 현장 종사자의 수직보호망 관련 규정의 이해도를 질문한 결과 67%가 수직보호망 관련 규정에 대해 “모른다”라고 답변하였으며, 33%만이 관련 규정에 대해 “안다”라고 답변하였고, 수직보호망의 폐기 주체에 대한 질문에서는 Table 6과 같이 전문하도급이 60%, 건설회사가 40%로 처리하고 있는 것으로 조사되었다.

또한 본 조사에서 보는 바와 같이 정확한 수직보호망의 사용을 위해서는 우선적으로 건설현장 기술자들의 관련규정의 이해가 선행되어야 할 것으로 사료된다.

Table 3. Present status of usage of vertical protection net

Type	proportion(%)
PVC	93
pp	4
Pet	3
pe	0

Table 4. Processing status of vertical protection net

Type	proportion(%)
Mixed waste	95
recycle	3
Other site use	2

Table 5. Regulations for vertical protection net

Type	proportion(%)
know	67
do not know	33

Table 6. Disposal of vertical protection net

Type	proportion(%)
subcontractor	60
construction company	40

### 3.4 건설현장에서 사용되는 수직보호망 검토

수직보호망과 관련하여 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」이 2017년 12월 28일 개정되었으며 관련 개정내용이 2018년 12월 29일부터 시행된다.

이에 현재 건설현장에서 사용되고 있는 수직보호망의 특성을 검토하고 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」의 개정에 따른 현재 사용 중인 수직보호망의 사용 가능성을 검토하고자 한다.

#### 3.4.1 PVC 코팅 수직보호망

PVC는 염소 섬유(chlorofiber)로서 국내에서는 폴리염화비닐(poly vinyl chloride)로 불리고 있으며 1931년 독일에서 탄생하여 튼튼하고 가벼운 소재로 뛰어난 난연성, 내구성, 내유·내약품성으로 일상생활에서도 다양한 제품에 활용되어 왔으며 특히 PVC는 케이블, 창틀, 문, 판넬, 상·하수도관, 비닐 바닥재 등 건축분야에서 다양한 PVC 제품이 생산·사용되고 있다[8].

특히 설문 조사에서도 나타난 바와 같이 건설용 수직보호망으로 생산·판매되는 수직보호망 중에서도 PVC 코팅 수직보호망의 사용이 가장 많은 것으로 조사되었다.

“KS F 8081:2014 수직보호망”에서는 “방망사는 KS K ISO 2076에서 규정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 인조 섬유로서 방염성이 있는 것으로 한다”라고 규정하고 있다.

또한 “KS F 8081:2014 해설”에서는 「방망을 구성한 후 방염 처리를 위해 액상 방염제에 함침할 경우, 방염제가 빗물 등에 씻겨나가 방망의 방염성이 저하되거나 또는 이종(異種) 수지를 사용하여 코팅할 경우 재활용이 불가능하게 되므로 방망사는 방망을 구성하기 전 방염성이 있는 인조섬유를 사용하도록 정하였다」라고 해설하고 있다.

따라서 현재 건설현장에서 수직보호망으로 사용되고 있는 PVC 코팅 수직보호망은 “KS F 8081:2014 수직보호망”에서 사용할 수 있는 방망사의 재료에 포함되어 있지 않으며, 이종(異種)수지의 사용을 금지하는 사항에 해당되는 바 2018년 12월 29일부터 사용할 수 없는 수직보호망으로 판단된다.

#### 3.4.2 PP 수직보호망

건설현장에서 수직보호망으로 사용되고 있는 PP 수직보호망은 폴리프로필렌 인조 섬유를 사용하여 제작되는 수직

보호망으로서 “KS F 8081:2014 수직보호망”에서 규정하고 있는 사용할 수 있는 방망사의 재료에 포함되므로 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」의 개정이후에도 사용가능한 수직보호망에 해당된다.

### 3.4.3 PET 수직보호망

건설현장에서 수직보호망으로 사용되고 있는 PET 수직보호망은 폴리에틸렌 테레프탈레이트 인조 섬유를 사용하여 제작되는 수직보호망으로서 “KS F 8081:2014 수직보호망”에서 규정하고 있는 사용할 수 있는 방망사의 재료에 포함되므로 「산업안전보건 기준에 관한 규칙」의 개정이후에도 사용가능한 수직보호망에 해당된다.

### 3.4.4 기타 이종(異種) 수지를 사용한 수직보호망

건설공사용으로 제조·판매되는 수직보호망에는 이종(異種)의 수지를 사용하여 제조되는 수직보호망도 있으며, 가장 대표적인 예로 “PVC 코팅 수직보호망”이 현재 제조·판매되고 있다.

그러나 “KS F 8081:2014 수직보호망”에서는 “방망사는 KS K ISO 2076에서 규정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 인조 섬유로서 방염성이 있는 것으로 한다”라고 규정하고 있으며 “KS F 8081:2014 해설”에서는 수직보호망을 제작하는데 있어 이종(異種) 수지의 사용을 제한하고 있으므로 이종(異種) 수지를 사용한 수직보호망은 2018년 12월 29일부터 사용할 수 없는 수직보호망으로 판단된다.

## 3.5 건설현장에서 사용된 수직보호망의 재활용

현재 세계적으로 사용된 제품의 리사이클링을 원활하게 할 수 있도록 하기 위해 법률과 표준에서부터 사용 재료에 대해 매우 엄격하게 적용하고 있는 추세이다.

폐기물은 단일재질일 경우 재활용이 용이하고 이러한 재질에 대해 국내에서도 상당량이 재활용 되고 있다. 그러나 합성수지의 경우 가정에서 발생하는 폐기물뿐만 아니라 산업현장에서 발생하는 폐기물 중 일부만이 분리 수거되어 재활용되고 나머지는 매립 또는 소각되고 있다[2].

합성수지 제품의 경우 재활용을 어렵게 하는 주된 이유는 합성수지의 종류가 다양하고 육안으로 분리가 어려우며 기술의 발달로 이종(異種) 수지를 사용한 제품이 많아 재생이용의 제한 요인으로 작용하고 있다.



Figure 3. Polluted cases of vertical protection net

건설현장에서 사용되는 제품에도 합성수지를 사용한 제품이 다양하게 적용되고 있으며, 본 연구에서 검토되고 있는 수직보호망 또한 대표적인 합성수지 제품으로 수직보호망을 제작하기 위해 다양한 합성수지가 현재 사용되고 있으며, 건설현장에 사용되는 수직보호망은 ①건설종사자라 하더라도 수직보호망의 재료 구별이 어려우며, ②재활용 기술이 일반화 되지 않은 합성수지를 사용하여 제작된 수직보호망 제품의 사용, ③동일한 현장에서 사용되는 다른 재료의 보호망과 분리하기 어려운 문제점, ④콘크리트 등의 각종 이물질의 부착 등(Figure 3)이 재활용을 어렵게 하는 원인으로 작용하고 있다.

### 3.5.1 PVC 코팅 수직보호망의 재활용 검토

본 연구에서 조사한 바에 따르면 현재 국내 건설현장에서는 PVC 수직보호망의 사용률이 93%로 대부분을 차지하고 있다. 이는 PVC를 표면에 코팅하여 다양한 색감을 발현할 수 있으며 프린팅이 우수하고, 가격이 저렴한 점 등의 이점으로 건설현장에서 널리 사용되어 있다.

그러나 국내의 경우 폐 PVC를 처리하기 위한 방법으로 매립이나 소각에 의존하고 있으며, 지형적 제약으로 매립은 그 한계에 도달하고 있다. 또한 소각에 의한 방법은 PVC 분해시 발생하는 각종 환경호르몬 및 유해화학물질 그리고 기계적 부식이나 2차 환경오염의 문제가 발생하고 있다[9].

PVC는 경질에서 연질까지 다양한 재질과 건축재에서 생활용품까지 폭넓은 용도로 사용되는 플라스틱 소재이지만 PVC 재활용은 PE나 PET와 비교하여 미비한 실정이며, 특히 국내의 경우 PVC 수직보호망을 재활용하는 시설은 없는 실정이다. 또한 현재 사용되고 있는 PVC 코팅 수직보호망의 경우 PET 망사에 PVC를 함침하여 제작되는 방식으로 이종(異種)의 수지를 사용하여 제작할 경우 상용성(서로 어울려 녹는 성질)이 없고 나아가 PVC는 낮은 온도에서 다른 플라

스틱보다 부식성가스에 잘 녹고 PVC 코팅 수직보호망의 제작시 유연성 부여를 위해 PVC에 첨가되는 다량의 프탈레이트 가소제는 치명적인 독성물질로 분류된 대표적인 환경규제 물질이다[10].

또한 수지를 사용한 제품들에 있어 새로운 재활용 대안으로 제시되고 있는 고행연료화나 유화처리도 이종(異種) 수지의 사용으로 인하여 재활용을 불가능하게 하는 요인으로 작용하고 있다.

PVC는 제조과정에서의 유독물질 사용 및 재활용의 어려움, 매립시 독성물질이 유출되는 등의 문제로 인하여 일부 품목에 있어서는 세계적으로 그 사용을 엄격히 제한하고 있으며 일상생활 제품에서도 점차 제한하는 품목의 종류도 다양해지고 있다.

또한 국내의 경우 PVC 재질의 가장 대표적인 제한 사례로 포장재의 PVC(폴리비닐 클로라이드) 사용 제한을 들 수 있다. 환경부 산하 「포장검사시스템」에는 폴리비닐클로라이드(PVC)에 대한 환경 및 재활용에 대해 질의응답 방식으로 자세히 설명하고 있으며 그 내용은 다음과 같다[11].

1) 폴리비닐클로라이드(PVC)재질은 환경에 어떤 문제가 있나요?

- PVC는 일반적으로 에틸렌 제2염화물을 생성하는 에틸렌을 염소로 처리하여 제조하는데 열에 불안정하여 제품 특성에 따라 유연제(가소제), 안정제, 착색제 불안정 충전물 등 다양한 첨가물이 제조과정에 투입됩니다.
- 첨가되는 물질은 부식방지 등을 위한 안정제로 납, 유기주석, 아연 등 화합물이 사용되며, 부드럽고 유연한 기계적 특성 증진을 위한 가소제로서 디스프탈레이트(DEHP) 등 프탈레이트가 사용되고, 성형 성 증진을 위한 윤활제로 왁스, 지방산 등 다양한 물질이 투입됩니다.
- 이와 같이 PVC는 염소와 여러 물질이 첨가되어 제조과정에서 다이옥신과 장기 체류 오염물질 등이 공기, 토양으로 유출되고, 매립시 독성첨가물이 유출되며 소각시 다이옥신과 중금속을 배출하게 되어 그 린프소에서는 PVC를 가장 유해한 플라스틱으로 분류하여 사용을 억제토록 하고 있습니다

2) 폴리비닐클로라이드(PVC) 재질은 재활용을 하는데 어려움이 있다고 하는데 어떤 문제가 있나요?

- PVC는 투명한 재질로 외형상 PP, PET와 구별이

어려워 주민들이 재질별로 분리하여 배출하기 어려운 문제점이 있으며 이렇게 혼합 배출되는 경우 재질과 혼합되어 재활용을 어렵게 하는 원인이 됩니다.

- PVC는 구성성분이 균일하지 않는 특성으로 인해 재활용이 어렵고, 재활용하더라도 질이 저하(downcycling)되는 문제점이 있어 현재 국내에는 PVC포장재를 재활용하는 시설이 없는 실정입니다.
- 또한 PVC는 PE, PP 등 다른 재질과 혼합될 경우 상용성(서로 어울려 녹는 성질)이 없고 나아가 PVC는 낮은 온도에서 다른 플라스틱보다 부식성가스에 잘 녹아 몇 개의 PVC제품은 PET 전체를 오염시키는 문제가 있어 재활용이 곤란한 실정입니다.
- 아울러 새로운 재활용 대안으로 제시되고 있는 고행연료화나 유화처리도 PVC가 혼입됨으로써 발생하는 염소성분으로 인하여 막대한 어려움이 예상되고 있는 실정입니다.

### 3.5.2 PP 수직보호망의 재활용 검토

PP 수직보호망에 사용되는 PP는 프로필렌을 중합하여 제조하는 합성수지로, 물성과 가공 방법에 따라 그 종류도 다양하게 나뉘는 대표적인 범용 플라스틱 중 하나이다[8]. 인장강도, 충격강도 등이 우수해서 필름, 섬유, 자동차 부품 등 다방면에서 폭 넓게 사용되고 있으며, 건설분야에서도 PP를 사용하여 수직보호망 제조·사용하고 있으며 특히 PP를 사용한 수직보호망의 경우 재활용이 우수하여 친환경적인 수직보호망으로 인정받고 있다.

PP 재질은 사출성형 특성이 뛰어나 플라스틱 제품의 주원료로 사용되는 재생칩으로 재생산되거나 관련 재활용 제품 생산에 활용가능성이 뛰어나며, 또한 현재 건설현장에서 사용 후 콘크리트 등의 각종 이물질 등으로 오염된 PP 수직보호망을 수거하여 재활용하고 있는 것으로 조사 되었다.

### 3.5.3 PET 수직보호망의 재활용 검토

PET 수직보호망에 사용되는 PET는 열가소성 수지 중 하나로 테레프탈산과 에틸렌글리콜을 중합하여 얻을 수 있는 포화폴리에스테르로 관련 기술의 발전으로 급속히 그 사용이 증가되고 있는 수지이다. 또한 PET는 플라스틱 용기로 사용되는 가장 대표적인 수지로서 1976년 미국에서 처음 개발된 이후 종래에 사용되어온 유리병 등 식·음료 용기의

대체용기로서 단기간에 세계적으로 선풍적인 인기를 모으며 급성장 하였다. 국내에서도 우리 생활 주변에서 어디에나 사용되고 있으며 없어서는 안 될 중요한 재료로 자리 매김하고 있다[8].

일상생활 및 기계·전기분야 등 다양한 용도로 사용되고 있으며 용점은 265℃로 내열성, 전기적 특성, 내약품성, 내유성, 내후성이 우수하고 표면 광택이 좋고 선명한 착색이 가능하여 도장성이 양호하나 산·알칼리에 노출될 경우 변화하기 쉬운 경향이 있다. 특히 일반적인 PET 제품은 가장 많이 재활용되는 재료로서 가장 대표적인 재활용 사례로는 페트병이 대표적이다. 그러나 현실에서의 페트병은 재활용 하는데 있어 많은 제약이 따르고 있으며, 대표적인 예로는 이종의 수지를 사용하여 제조하는 경우, 착색제를 사용한 경우, 레벨 부착시 사용한 접착제의 제거가 곤란한 경우, 이물질이 혼입되어 있는 경우 등을 재활용업체에서는 예로 들고 있다. 이에 정부에서는 ‘재활용 폐기물 관리 종합대책’을 2018년 5월 10일 발표하였으며, 이 종합대책의 중점 과제로 2020년까지 무색 페트병으로 전환하고 재활용 의무대상을 확대하는 등의 관련 기준을 재정비하였다.

현재 건설현장에서 사용 후 폐기된 PET 재질의 수직보호망은 다양한 색상과 다량의 이물질 문제, 선별적인 폐기 및 수거 문제 등으로 인하여 현재까지 재활용한 사례는 없는 것으로 조사되었으며, 실제 재활용하고 있는 관련산업(업체)도 없는 것으로 조사되었다.

폐 PET 수직보호망은 PET 재질의 특성상 각종 이물질의 부착으로 인하여 현재 국내 현장 기술로는 사출이 되지 않으며[12], 압출 방식(원사방사공정)으로 재활용이 가능하고, 압출 방식의 특성상 폐 PET 수직보호망에 부착되어 있는 이물질을 완벽하게 제거하여야 하나, 건설현장에서 사용한 폐 PET 수직보호망의 경우 굳은 콘크리트 및 각종 이물질의 부착으로 인하여 이를 제거하는데 소요되는 비용이 크고 완벽하게 제거하는 것이 곤란하다. 또한 재활용에 따른 2차 폐기물의 발생 및 이의 처리비용 등으로 현시점에서는 현실적, 경제적 측면에서 재활용이 어려울 것으로 사료된다 [13].

#### 4. 결 론

인조 섬유는 앞으로도 신소재의 개발과 함께 응용범위가

더욱 확대될 것이며 그 사용량은 지속적으로 증가될 것으로 판단된다. 그러나 이렇게 사용된 폐자원들은 사용 후 처리 방안을 생각하지 않을 수 없을 만큼 우리 주변 환경을 훼손하고 있다.

특히 인조 섬유의 경우 재활용의 곤란, 각종 위독성 환경물질의 배출로 환경오염의 주범으로 인식되고 있다. 이에 전 세계적으로 자원순환형 폐기물 정책을 지속적으로 고려하고 있으며, 특히 최근 중국의 폐기물 수입금지 조치로 그 필요성을 절실히 느끼고 있으며, 국내의 경우 이를 적극 반영하여 ‘재활용 폐기물 관리 종합대책(2018.05.10.)’을 발표하였다. 이 대책에는 생활폐기물 중 플라스틱은 발생량이 급증한 반면 유가성이 낮고 화려한 색상, 분리가 어려운 라벨, 서로 다른 재질 등으로 제조되어 재활용이 어려워 제조 단계부터 재활용이 쉽게 생산하고 재활용이 어려운 제품은 단계적으로 퇴출을 추진하는 것으로 방향을 제시하고 있다.

건설현장에서도 플라스틱 재료를 사용하여 제조된 일회성 제품을 많이 사용하고 있으며 가장 대표적인 일회성 제품으로 각종 보호망이 사용되고 있다. 공사에 사용된 수직보호망의 경우 건설현장에서 사용되고 난 후 대부분 폐기물로 버려지고 있으며 극히 일부 수직보호망이 재사용 또는 재활용되고 있다.

이에 건설현장에서 사용되는 수직보호망의 경우에도 친환경적인 제조·생산 및 사용 후 폐기 방안에 대해 적극적인 대처 방안이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

- 1) 건설 현장에서 사용된 수직보호망은 외형상 구별이 어려워 재질별로 분리하여 배출하기 어렵고, 혼합 배출되는 경우 재활용이 불가능한 가장 대표적인 원인이 되므로 현장별로 사용하는 수직보호망 및 각종 보호망(추락방지망, 낙하물 방지망 등)의 경우 동종 재질을 사용하고 기타 폐기물과 구분하여 배출하도록 관련 규정에 명문화 하는 방안이 필요하다.
- 2) 현재 건설현장에서 수직보호망으로 활발히 사용되고 있는 PVC 재질을 사용한 수직보호망은 “KS F 8081:2014 수직보호망”에서 사용할 수 있는 방망사의 재료에 포함되어 있지 않거나 이종(異種)수지의 사용을 금지하는 사항에 해당되는 바 2018년 12월 29일부터 사용할 수 없는 수직보호망으로 판단된다.
- 3) PP를 원재료로 사용한 PP 수직보호망의 경우 재활용에 따른 대기오염 및 토양오염의 우려가 적고 재활용이 뛰어나며 현재 수직보호망 중에서 유일하게 재활용하

고 있는 것으로 조사되어 기존 사용되고 있는 수직보호망 제품 중에서는 가장 친환경적인 수직보호망으로 판단된다.

- 4) 일반 PET 재질의 생활물품의 경우 이물질의 제거가 용이하여 재활용이 활발히 이루어지고 있으나 건설현장에서 사용된 PET 수직보호망의 경우 굳은 콘크리트 및 흙 등의 다양한 이물질 부착으로 오염도가 심하여 이물질의 제거가 어렵고 관련 재활용 기술 개발도가 낮아 현재의 기술적인 문제, 재활용 단계에서 발생하는 2차 폐수의 발생, 재활용을 통한 경제적인 가치 고려 등으로 인한 요인으로 현재로서는 재활용이 불가능하다고 판단된다.
- 5) PVC 코팅 수직보호망과 같이 이종(異種)의 수지를 사용한 수직보호망의 경우, 다른 재질과 혼합될 경우 상용성(서로 어울려 녹는 성질)이 없고 재활용에 재한 요소로 작용되며, 이종(異種)수지의 사용을 금지하는 사항에 해당되는 바 2018년 12월 29일부터 사용할 수 없는 수직보호망으로 판단된다.
- 6) 본 연구에서의 설문조사 결과에서와 같이 건설현장 기술자들이 수직보호망에 대한 관심과 이해도가 낮아 적극적인 수직보호망의 재활용을 위해서는 당해현장에서 사용 중인 수직보호망의 재질, 규정 등에 대하여 친환경소재 사용의 필요성에 대한 적극적인 홍보와 인식전환이 필요할 것으로 사료된다.

현재 건설공사에서 사용되고 버려지는 폐기물 및 관련 법규정에 대한 건설분야의 관리자 및 기술종사자들의 관심과 이해도가 매우 낮아 일부 재료를 제외한 대부분의 건설재료들의 재활용률이 매우 낮은 실정이다.

이에 건설공사에서 사용 후 버려지는 재료에 있어 물질회수(Material recycle), 연료화(Thermal Recycle), 유화환원(Cheical Recycle) 등의 적극적인 재활용 방안을 위한 규정의 정비와 이와 관련된 법규정의 교육이 필요할 것으로 사료된다.

또한 재활용의 효율성을 고려하여 최초 생산되는 제품 단계에서부터 재활용을 고려한 재질의 선택 및 재질의 단일화가 필요하며 유해 물질이 포함되지 않은 재료의 사용을 적극 추진하여야 할 것으로 판단된다.

## 요 약

폐기물 및 이의 재활용 문제는 전 세계적인 환경문제로 인식되고 있으며, 플라스틱 폐기물은 인류의 목숨을 위협하는 가장 큰 사회적 문제로 인식되고 있다. 수직보호망도 플라스틱 수지를 사용하여 제조되는 것으로서 건설현장에서는 거푸집 공법 시공시 바깥면에 설치하여 낙하물 및 먼지의 비산 등을 방지하기 위하여 수직으로 설치하는 것으로서 본 연구에서는 건설현장에서의 수직보호망의 사용실태 파악과 최근 강화되고 있는 건설현장에서의 환경관련 규정의 변화와 이에 따른 현장기술자들의 인식을 제고하기 위함을 목적으로 진행하였다.

그리고 이를 바탕으로 건설현장에서 플라스틱수지를 사용하여 제조되어 무분별하게 사용되고 있는 수직보호망의 재질에 따른 합리적이고 친환경적인 자재의 사용과 이에 따른 수직보호망의 재활용을 촉진하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

**키워드** : 인조섬유, 수직보호망, 산업안전보건법, 재활용

## References

1. Kim JH. The physico-chemical characteristics and environmental impacts of the marine disposal area of the waste material [master's thesis]. [Gwangju (Korea)]: Gwangju University; 2012. 98 p.
2. Ministry of Environment. Environmental statistics yearbook 2017. Sejong: Ministry of Environment; 2018. 508-9 p.
3. Kim HI. Society general Page [Internet]. Korea: PET bottles that can not be recycled; 2018 May 8 [cited 2018 Aug 21]. Available from: <http://news.chosun.com>.
4. Recycling waste management comprehensive measures [Internet]. Korea: Ministry of Environment; 2018- [cited 2018 Aug 21]. Available from: <http://www.me.go.kr/>.
5. Korea Ministry of Government Legislation [Internet]. Korea: National law information center; 2018- [cited 2018 Aug 21]. Available from: <http://www.law.go.kr/>.
6. Korean Standard Association. KS F 8081. Seoul: Korean Standard Association; 2014. 22 p.
7. Korean Standard Association. KS K ISO 2076. Seoul: Korean Standard Association; 2015. 36 p.

8. Korea plastic packaging container association, Know Plastic Correctly, 1nd ed, plasticskorea; c2011, Chapter 2, Types and properties of plastics; p. 36–61.
9. Jhan JH, Study on the removal technique of PVC in the RPF and RDF manufacturing process by Near-infrared spectroscopy [master's thesis], [Seoul (Korea)]: Seoul National University of Science and Technology; 2013, 71 p
10. Korea Research Institute of Chemical Technology, Development of Recycling Technology of PVC Waste, Daejeon(Korea): Korea Science and Engineering Foundtion; 2003, 134 p. Report No.: B-B-2-1
11. Packing Material Regulation [Internet], Packaging Inspection System; 2018- [cited 2018 aug 22]. Available from: <https://www.recycling-info.or.kr/>.
12. Cho SJ, Study of crystallization behavior of poly(ethylene terephthalate) [master's thesis], [Incheon (Korea)]: Inha University; 2016, 49 p.
13. Recycled PET materialization technology [Internet], Korea: Korea Institute of Science and Technology Information; 2011- [cited 2018 Aug 21]. Available from: <http://www.reseat.re.kr/>