



# 포항 산업단지 부산물 발생 및 산업공생 네트워크 현황

박종훈, 정인경\*, 서재건\*, 김상현\*\*†

고려대학교 건축사회환경공학부, 한국산업단지공단 대경권EIP사업단\*, 대구대학교 환경공학과\*\*  
(2015년 3월 9일 접수, 2015년 3월 23일 수정, 2015년 3월 24일 채택)

## Current Status of By-products Generation and Industrial Symbiosis Network in Pohang, South Korea

Jong-Hun Park · In-Gyung Jung\* · Jae-Gun Seo\* · Sang-Hyoun Kim\*\*†  
School of Civil, Environmental & Architectural Engineering, Korea University  
Korea Industrial Complex Corporation, Daegyong Regional Project Division\*  
Department of Environmental Engineering, Daegu University\*\*

### ABSTRACT

This work aimed to analyze current status of by-products generation and industrial symbiosis network in Pohang steel industrial complex, South Korea. Pohang is the largest generating city of both total and the non-recycled industrial waste in Gyeongsangbuk-do, and most of the waste is generated from Pohang steel industrial park. Symbiosis map in Pohang steel industrial park shows that most of the current material symbiosis in the industrial park is for waste refractories and slag.

Keywords : Eco-Industrial Park, By-products exchange, Symbiosis map, Industrial Waste

### 초 록

본 연구는 포항철강산업단지를 대상으로 부산물 발생 현황과 현재까지 구축된 산업공생 네트워크를 분석하는데 목적을 두었다. 포항은 경상북도 시군 중 사업장 폐기물 발생량과 재활용 제외 폐기물 발생량이 모두 가장 높았으며, 대부분이 포항철강산업단지에서 발행하였다. 부산물 발생량을 조사한 결과 재활용을 제외한 폐기물 발생량의 대부분은 광재류가 차지하고 있으며 폐목재류, 분진류, 폐합성수지, 폐합성고무의 순으로 나타났다. 포항철강산업단지 입주기업간 구축된 부산물 거래 공생맵을 작성한 결과 부산물 중 폐내화물 및 슬래그를 이용한 부산물 거래가 가장 활발하게 이루어지는 것으로 나타났다.

† Corresponding author(sanghkim1@daegu.ac.kr)

주제어 : 생태산업단지, 부산물 교환, 공생맵, 사업장 폐기물

## 1. 서론

전국 각지에 분포하고 있는 산업단지는 산업 및 국가경쟁력 확보에 있어 튼튼한 밑거름이 되어 한국의 성장에 크게 기여하고 있다. 최근 기후변화협약 및 생물다양성협약 등과 같은 국제환경협약은 산업 활동에 대한 직·간접적인 규제를 강화하고 더 나아가 경제·통상활동을 제한하는 무역규제 방향으로 진행되고 있다. 하지만 주변 환경과의 조화를 이루는 지속가능한 지역경제 발전을 위해서는 다량의 에너지와 공업용수를 사용하며 폐기물을 배출하는 기존 산업구조로는 기대하기 어려운 실정이다. 이를 극복하기 위해 환경과 경제의 상호보완적 관계를 인식하고 지속 발전 가능한 환경 친화적인 생태 산업단지의 조성이 대안으로 부각되고 있다.

생태산업단지(Eco-industrial park, 이하 EIP)는 산업단지 내에서 발생하는 부산물, 폐자원, 폐에너지 등을 다른 기업이나 공장의 원료 또는 에너지원으로 쓸 수 있도록 재자원화하여 오염물 무배출을 지향하는 산업단지이다<sup>1)</sup>. 국내에서는 2005년에 시작된 산업통상자원부(당시 산업자원부)의 생태산업단지 구축사업이 현재 3단계 사업 1년차를 맞고 있다. 지난 10년간의 EIP 사업을 통해 다양한 형태의 산업공생(자원순환 및 에너지) 네트워크가 구축되었으며, 이중 많은 성과가 세계적인 성공사례로 주목 받고 있다.<sup>1)</sup>

포항철강산업단지는 2005년 최초 3개의 대상 산업단지에 포함된 한국의 대표적인 EIP이다.<sup>2)</sup> 본 연구에서는 향후 포항 지역의 산업공생 네트워크를 확대, 발전시키기 위하여 포항철강산업단지의 부산물 발생 현황과 현재까지 구축된 산업공생 네트워크를 분석하는 것을 목적으로 하였다.

## 2. 연구의 범위

본 연구의 조사 대상 기초지자체와 산업단지를 다음 표에 나타내었다. 경상북도 제조업 현황, 해당 기초지자체 폐기물 발생 및 처리 현황, 산업단지 폐기물 발생 및 처리 현황, 폐기물 발생 현황은 각각 통계청, 환경부, 한국산업단지공단을 주 자료로 참고하였다.<sup>3-5)</sup> 산업공생 네트워크는 산업공생 사례가 가장 많은 포항철강산업단지를 대상으로 구축 현황을 조사하여 공생맵(symbiosis map) 형태를 도출하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 포항철강산업단지 개괄 및 폐기물 현황

포항철강산업단지는 제철관련 산업을 유치하고 철강공업 육성 및 집단화로 지역 경제활성화 도모의 목적으로 조성되었다. 조성면적은 13,172천 m<sup>2</sup>(산업시설구역 : 8,875천 m<sup>2</sup>, 지원시설구역: 458천 m<sup>2</sup>, 공공시설구역: 1,809천 m<sup>2</sup>, 녹지구역: 2,030천 m<sup>2</sup>)이며, 생산액 196,530 억원, 수출액 4,008백만불인 것으로 나타났다. 입주업체 현황을 살펴보면 [Table 1]과 같이 다양한 업종의 337 여개의 업체가 가동 중인 것으로 조사되었다. 구체적으로 철강관련 업계가 약 1/3 을 차지하고 있으며, 비철금속, 석유화학, 기계 업종이 약 40%, 전기전자 및 기타 업종이 약 25% 정도를 차지하고 있었다. 또한 근로자수는 16,526 명이며, 1차금속, 조립금속, 비금속, 석유화학 업종에 많이 종사하는 것으로 나타났다. 대표적인 입주 기업으로는 (주)포스코를 비롯하여, 현대제철(주), 동국제강(주), (주)세아제강 등과 같은 대형철강업체가 입주해있으며, 300 여개 업체 중 1차 금속과 조립금속업이 전체 산단의 55% 이상을 차지하는 것으로 나타났다. 연간매출액은 약 36 조원(포스코 포함, 철강산단은 14조 원)으로 국내 전체 산단 매출액의 9.3%

[Table 1] General information of Pohang steel industrial complex

Category	Employees	Companies					
		Total	1 <sup>st</sup> Complex	2 <sup>nd</sup> Complex	3 <sup>rd</sup> Complex	4 <sup>th</sup> Complex	Cheongrim Complex
Total	16,526	337	79	97	70	86	5
Metal working	8,610	137	24	38	33	40	2
Assembly metal	2,104	64	15	10	11	28	—
Electrics & electronics	704	10	1	8	1	2	—
Transportation equipment	360	3	—	1	—	2	—
Nonmetal working	1,787	30	10	13	4	2	1
Petrochemical	1,144	30	10	15	2	1	2
Wood & paper	24	2	—	—	2	—	—
Others	530	61	19	14	17	11	—

를 차지하며, 에너지 총 사용량은 7,693천 TOE로 국내 에너지 사용량의 3%를 차지하고 있다. 포항 철강산업단지에 입주한 300여개 업체에 대한 매출액((주)포스코(포항) 제외)을 분석해보면 동국제강, 현대제철 등 상위 5개 업체가 산단 전체 매출액의 45%를 차지하고 있으며 20개 업체가 70%, 그리고 70개 업체가 95.5%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 포항철강산업단지의 업체별 종업원 수를 분석해보면 11인 이상 50인 이하의 사업장이 81개로서 39.4%로 가장 많고 10인 이하의 사업장이 28.4%를 차지하고 있으며, 100인 이상의 사업장은 (주)포스코(포항)를 포함하여 19.2%를 차지하

고 있다. 현재 포항철강산업단지에 공급되는 용수는 안계댐에서 취수한 댐수를 사용하고 있다. 일반적으로 최대 약 4 만톤/일의 용수가 공급이 가능하며, 총 용수량은 195,849 톤/일임. 총 용수량에 있어서 상수도가 차지하는 비율이 32%로 가장 많고, 지하수가 30%, 하천수가 20%, 재이용수가 18%를 차지하고 있다.

[Table 2]에 정리한 바와 같이 경상북도를 구성하는 23개의 시군 중 포항은 사업장폐기물 발생량에서 압도적인 1위를 차지하였다. 포항에서 발생하는 유기성 및 무기성 산업 폐기물의 종류 별 발생 및 처리현황은 [Table 3,4]와 같다.

[Table 2] Industrial waste generation from cities and counties in Gyeongsangbuk-do

Rank	City & county	Industrial waste generation				
		Total (ton/d)	Recycle (ton/d)	Non-recycled (ton/d)	Industrial waste proportion in province (%)	Non-recycled industrial waste proportion in province (%)
1	Pohang	18222.6	15545.5	2677.1	83.02	68.49
2	Gumi	1107	725.1	381.9	5.04	4.02
3	Gyeongju	520.1	403.6	116.5	2.37	2.24
4	Goryeong	387.2	358	29.2	1.76	1.98
5	Gyeongsan	314.1	204.3	109.8	1.43	1.13
6	Yeongcheon	282.3	195.1	87.2	1.29	1.08
7	Gimcheon	273.6	125.4	148.2	1.25	0.70
8	Andong	185.4	138.9	46.5	0.84	0.77

Rank	City & county	Industrial waste generation				
		Total (ton/d)	Recycle (ton/d)	Non-recycled (ton/d)	Industrial waste proportion in province (%)	Non-recycled industrial waste proportion in province (%)
9	Chilgok	140,1	64,7	75,4	0,64	0,36
10	Yeongju	91	67,9	23,1	0,41	0,38
11	Bonghwa	85,9	1,1	84,8	0,39	0,01
12	Sangju	73,1	46,3	26,8	0,33	0,26
13	Yeongdeok	69,8	43,5	26,3	0,32	0,24
14	Seongju	37,9	18,7	19,2	0,17	0,10
15	Gunwi	37,2	32,1	5,1	0,17	0,18
16	Uljin	30,9	9,9	21	0,14	0,05
17	Uiseong	30,1	26,8	3,3	0,14	0,15
18	Mungyeong	21,2	12,1	9,1	0,10	0,07
19	Cheongdo	20,3	14,7	5,6	0,09	0,08
20	Yecheon	18,3	5,8	12,5	0,08	0,03
21	Cheongsong	2,6	2,6	0	0,01	0,01
22	Yeongyang	0	0	0	0,00	0,00
23	Uleung	0	0	0	0,00	0,00
Total		21950,7	18042,1	3908,6	100	100

[Table 3] Generation and treatment of organic industrial waste from Pohang

Category		Amount (ton/d)				
		Generation	Landfill	Incineration	Ocean dumping	Recycle
Total		272	2,7	72,1	72,4	124,8
Waste paper		2,2	2	0	0	0,2
Waste wood		31,9	0	3,3	0	28,6
Waste synthetic polymer	Synthetic Fiber	0,2	0,2	0	0	0
	Synthetic resin	142,9	0	58,4	0	84,5
	Synthetic Rubber	5,6	0	0,9	0	4,7
	Artificial leather	0	0	0	0	0
Sludge	from Industrial wastewater treatment	12,5	0,3	0,4	11,8	0
	from Industrial processes	0	0	0	0	0
	from Water treatment	0	0	0	0	0
	from Domestic wastewater treatment	61,8	0	1,2	60,6	0
Residue from animals and plants		6,6	0,2	0	0	6,4
Waste edible oil		0	0	0	0	0
Others		8,3	0	7,9	0	0,4

[Table 4] Generation and treatment of inorganic industrial waste from Pohang

Category	Amount (ton/d)					
	Generation	Landfill	Incineration	Ocean dumping	Recycle	
Total	17,951	2,453.7	71.5	4.7	15421	
Slag	10,948.1	79.7	0	0	10,868.4	
Coal ash	0	0	0	0	0	
Incinerator ash	43.7	17.3	0	0	26.4	
Dust	372.8	29	0	0	343.8	
Waste foundry sand	81.2	10	0	0	71.2	
Scrap metals	669.7	0	0	0	669.7	
Gypsum waste	102.4	0	0	0	102.4	
Spent catalysts	0	0	0	0	0	
Spent adsorbent and absorbent	1.6	0.8	0	0	0.8	
Waste glass and ceramics	0.3	0.3	0	0	0	
Sludge	from Industrial wastewater treatment	4,345.5	2,216.4	65.8	4.7	2,058.6
	from Industrial processes	710.9	17.6	0	0	693.3
	from Water treatment	18.2	0	0	0	18.2
	from Domestic wastewater treatment	0	0	0	0	0
Others	656.2	82.6	5.7	0	567.9	

포항시 내 가장 큰 규모의 산업단지인 포항철강산업단지의 배출 특성을 조사하였으며, 그 결과를 [Table 5]에 요약하였다. 조사 결과 일부 폐기물 발생량의 경우 포항시 전체 배출량을 상회하는 것으로 나타났으며, 이는 포항시 및 포항철강산업단지의 집계 방식이 다르기 때문인 것으로 판단된다. 포항철강산업단지내 재활용을 제외한 폐기물 발생량의 대부분은 광재류가 차지하고 있으며, 그 중 643.8톤/일을 매립하고 있는 것으로 나타났다. 폐목재류, 분진류, 폐합성수지, 폐합성고무의 매립량은 각각 12.2, 10.4, 7.8, 5.4톤/일인 것으로 나타나 상기 폐기물을 이용하여 부산물 거래 네트워크 구축이 가능할 것으로 판단되었다.<sup>7)</sup>

### 3.2 포항철강산업단지 부산물 거래 네트워크 구축

한국산업단지공단 대경권EIP 사업단은 2013년 까지 경상북도 내 산업단지를 대상으로 총 33개

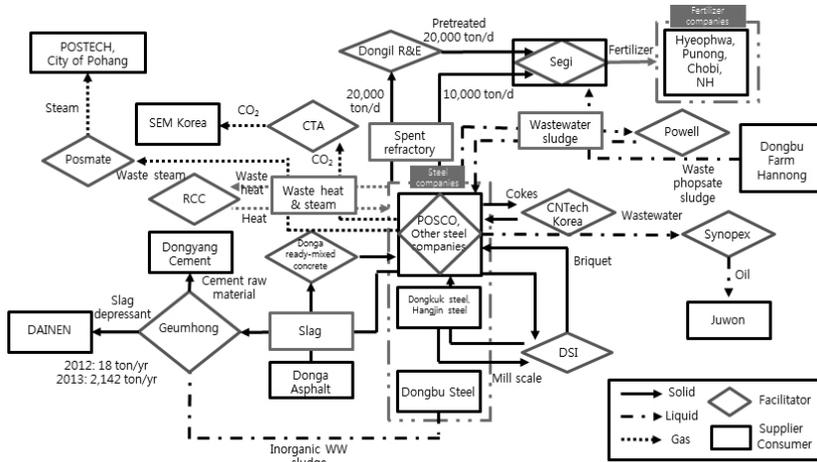
의 과제를 신규 과제로 선정하였으며, 이를 통해 포항철강산업단지 내에 구축된 부산물 거래 네트워크를 [Table 6]과 [Fig 1]에 나타내었다. 포스코가 공급, 수요기업의 대부분을 차지하였으며 각 부산물을 중간 기업을 통해 제공·공급 받는형태를 취하고 있었다. 부산물 항목을 살펴보면 폐내화물 및 슬래그가 가장 많았으며, 폐열 및 스티姆의 경우도 거래가 활발하게 진행되고 있었다. 슬래그의 경우 중간업체를 거쳐 진정제 또는 시멘트 대체원료로 쓰이고 있었으며, 폐내화물의 경우 비료로 재이용하고 있었다.

## 4. 결론

본 연구는 포항철강산업단지를 대상으로 부산물 거래 네트워크 구축 현황을 정리하는데 목적을 두었다. 이를 위해 경상북도 내 폐기물 발생량 중 포항시의 비중을 살펴보았다. 그 후 포항철강산업단

[Table 5] Current status of industrial waste generation in Pohang steel industrial complex

Category	Generat- ion (ton/d)	Treatment (ton/d)				Non- recycled (ton/d)	Recycled proportion (%)		
		Landfill	Incineration	Ocean dumping	Recycle				
Organic	Waste paper	0	0	0	0	0	-		
	Waste wood	13.7	0	1.5	0	12.2	89.1		
	Waste synthetic polymer	Synthetic Fiber	0.2	0.1	0	0	0.1	50.0	
		Synthetic resin	28.7	0	20.9	0	7.8	27.2	
		Synthetic Rubber	6.4	0	1.0	0	5.4	84.4	
		Artificial leather	0	0	0	0	0	-	
	Sludge	from Industrial wastewater treatment	67.5	0	67.5	0	0	0	
		from Industrial processes	0	0	0	0	0	-	
		from Water treatment	0	0	0	0	0	-	
		from Domestic wastewater treatment	0	0	0	0	0	-	
	Residue from animals and plants	0.3	0	0	0	0.3	0	100.0	
	Waste edible oil	0	0	0	0	0	0	-	
	Others	0.1	0	0.1	0	0	0.1	0	
	Total	116.9	0.1	91.0	0	25.8	91.1	22.1	
Inorganic	Slag	11,665.6	1,058.4	0	0	10,607.2	1058.4	90.9	
	Coal ash	0	0	0	0	0	0	-	
	Incinerator ash	26.9	0	0	0	26.9	0	100.0	
	Dust	688.1	54.0	0	0	634.1	54	92.2	
	Waste foundry sand	177.6	4.7	0	78.2	94.7	82.9	53.3	
	Scrap metals	696.2	0	0	0	696.2	0	100.0	
	Gypsum waste	0	0	0	0	0	0	-	
	Spent catalysts	0	0	0	0	0	0	-	
	Spent adsorbent and absorbent	0.9	0.5	0	0	0.4	0.5	44.4	
	Waste glass and ceramics	448.8	10.1	0	0	438.7	10.1	97.7	
	Sludge	from Industrial wastewater treatment	2134.0	36.5	0	0	2,097.5	36.5	98.3
		from Industrial processes	403.0	9.7	0	0	393.3	9.7	97.6
		from Water treatment	0	0	0	0	0	0	-
		from Domestic wastewater treatment	0.8	0.8	0	0	0	0.8	0.0
Others	622.4	338.6	5.0	0	278.8	343.6	44.8		
Total	16,843.3	1,513.3	5.0	78.2	15,267.8	1575.5	90.6		



[Fig 1] Current status of industrial symbiosis map in Pohang steel industrial complex

지 내 입주업체, 종사자를 조사하였으며, 폐기물 종류별 발생 및 처리현황을 조사하였다. 마지막으로 철강산업단지 내에서 진행되고 있는 사업 현황을 조사한 후 공생맵을 작성하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 포항철강산업단지 제조업체 및 종사자의 수를 조사한 결과 제조업체는 총 337개인 것으로 나타났으며 이를 업종별로 나눈 결과 1차금속이 137개(40.7%)로 가장 높았으며, 조립금속 64개(19%), 비금속 30개(8.9%), 석유화학 30개(8.9%) 순으로 나타났다. 종사자의 경우 1차금속이 8,610명(52.1%)으로 가장 높았으며, 조립금속 2,104명(12.7%), 비금속 1,787명(10.8), 석유화학 1,144명(6.9%) 순으로 나타났다.

둘째, 경상북도 시군 중 사업장 폐기물 발생량과 재활용 제외 발생량이 모두 가장 높은 시군은 포항시였으며, 포항철강산업단지가 가장 많은 배출 비중을 차지하였다. 부산물 발생량을 조사한 결과 재활용을 제외한 폐기물 발생량의 대부분은 광재류가 차지하고 있으며, 그중 643.8톤/일을 매립하고 있는 것으로 나타났다. 폐목재류, 분진류, 폐합성수지, 폐합성고무의 매립량은 각각 12.2, 10.4, 7.8, 5.4톤/일인 것으로 나타나 상기 폐기물을 이용하여 부산물 거래 네트워크 구축이 가능할 것으

로 판단되었다.

마지막으로, 부산물 거래 네트워크 구축 과제는 33개였으며 그 중 포항철강산업단지가 33개인 것으로 나타났다. 포항철강산업단지 입주기업간 구축된 부산물 거래 공생맵을 작성한 결과 부산물 중 폐내화물 및 슬래그를 이용한 부산물 거래가 가장 활발하게 이루어지는 것으로 나타났다.

### 사사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업단지공단의 생태산업단지구축사업의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 반영운, “생태산업단지 구축 정책방향”, 한국산업단지공단, (2008).
2. 환경부, “지속가능한 개발을 위한 생태산업단지 구축방안”, (2002).
3. 한국산업단지공단, “산업단지현황”, (2012).
4. 통계청, “광업제조업 조사보고서”, (2012).
5. 환경부, “전국 폐기물 발생 및 처리현황”, (2012).