

# 순환골재의 활용화 방안에 관한 연구

## A study on the efficient way of recycled aggregate

지근창\*○ 박호균\* 윤세정\* 김창덕\*\*  
Ji, kun-chang Park, ho-gyun Yun, se-jeong Kim, chang-duk

### 요약

최근 건설 계획이 증가함에 따라 건물 신축과 건물 폐기에 의한 건설 폐기물이 빠르게 증가하고 있다. 이로 인한 문제점으로 신축에 의해 발생하는 건설 폐기물의 처리를 매립에 대부분 의존하고 있기 때문에 환경오염 문제가 발생과 환경단체의 반대에 천연골재 채취를 제한하고 있어서 건설업계에서 골재 부족문제가 대두되었다. 따라서 연구 단체에서는 이 두 가지 문제에 대한 해결방안으로 순환골재가 제시되고 있다 하지만 건설 현장에서는 거의 사용되지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 순환골재가 사용되지 않는 이유를 경제적인 면, 제도적인 면, 기술적인 면으로 분석하고 각 측면에서 순환골재의 활용화 방안에 대해 제시하고자 한다. 이를 통해 골재부족 문제해결과 폐기물의 매립에 의한 환경오염의 경감을 기대할 수 있을 것이다.

키워드: 폐콘크리트, 순환골재, 활용화 방안

## 1. 서론

### 1.1 연구배경 및 목적.

환경에 대한 관심이 커지며 과거 경제 논리에 입각한 개발우선 정책에서 환경을 고려한 선별적 개발로 전환이 시작되었고 국가자원 및 환경보전이라는 측면에서 각종 폐기물의 재활용 및 자원화에 관심이 모아지고 있다. 최근 재개발 및 재건축사업의 증가와 더불어 건설 폐기물의 발생량이 급증 하며, 건설폐기물이 국내에서 발생하는 전체 폐기물의 약 37%를 차지하는 것으로 조사됐다. 발생하는 건설폐기물 중에서 65%이상을 폐콘크리트가 차지하고 있으며, 환경에 대한 인식의 변화와 극심한 골재 수급난으로 폐콘크리트를 이용한 순환골재에 대한 관심이 증가하고 있다. 국내의 경우, 건설폐기물의 처리를 주로 단순매립에 의존하여 왔다. 그러나 막대한 수송비와 처분비용 및 매립지의 부족으로 인해 국내에서 발생하는 건설 폐기 물의 상당부분이 불법매립, 투기 및 소각처리 되었고 더욱이 IMF 이후 건설 폐기물 처리업체들이 잇따라 도산하고 건축경기의 위축으로 이러한 불법적인 처리가 더욱 증가하여 환경오염과 파괴를 가중시키고 매립지역 주민의 민원 발생을 유발하였다. 골재부족과 매립지역의 부족을 겪고 있는 국내 상황에 대한 해결책 중에 하나가 순환골재를 활성화시키는 것이다. 천연골재의 부족은 레미콘에 사용되는 골재에 대한 공급의 차질을 유발하게 되고 이는 건설 활동에 큰 제약요인이 될 수 있으므로 건설폐기물 중에서 부가가치가 높은 폐콘크리트의 재활용 방안 즉 순환 골재에 대한 연구가 시급하다.

### 1.2 연구 범위 및 방법

본 연구는 건설 폐기물의 대부분을 차지하고 있는 폐콘크리트의 처리과정에서 발생하는 순환 골재의 활용화 방안에 대해서 연구하고자 한다.

- 1) 폐콘크리트의 발생량을 예측하고 순환골재의 필요성을 제시한다.
- 2) 순환골재와 천연골재의 품질에 비교하여 순환 골재의 품질에 대해 증명한다.
- 3) 순환골재의 경제성 및 환경적인 영향을 살펴보고 파급효과를 설명한다.
- 4) 순환골재의 국내의 이용현황을 살펴보고 문제점을 도출한다.
- 5) 분석된 자료를 토대로 순환골재의 활용 촉진 방안을 제시한다.

## 2. 순환 골재 사용의 필요성.

### 2.1 건설폐기물과 순환골재 정의

건설폐기물은 건축공사, 토목공사 및 건설구조물 해체공사에서 배출되는 불요물 혹은 불용물을 총칭하는 것으로서, 이것에는 잔토, 콘크리트 폐재, 아스팔트 폐재, 건설오니, 목편, 종이류, 금속류, 페플라스틱류, 폐유리 및 폐도자기류 등이 포함된다.

순환골재란 건설폐기물을 파쇄, 선별, 입자 조정 등 물리적 또는 화학적 처리과정 등을 거쳐 법률이 정한 품질기준에 적합하게 하여 다시 건설, 토목공사 등에 사용하게 한 것으로서, 자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률이 규정하고 있는 재활용 목적에 적합하게 처리하되 최대 직경이 100mm 이하이고 이물질 함유량이 부피기준으로 1%이하가 적합하다.

\* 학생회원 광운대학교 건축학부, 학사과정  
\*\* 중신회원 광운대학교 건축학부 교수, 공학박사

## 2.2 천연 골재 부족

지난 10년간 하천 골재의 채취비율이 줄어 반면 바다 모래와 쇄석 골재의 채취 비율은 증가하였다.

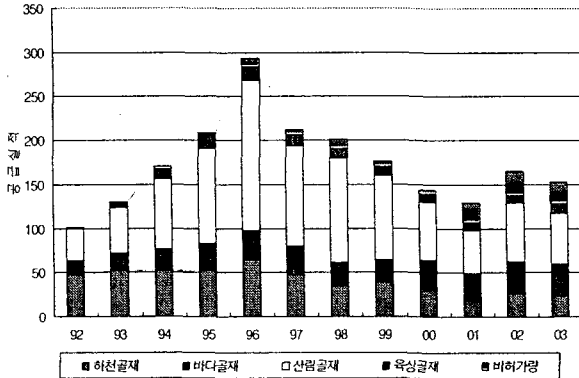


그림 1. 연도별 골재 생산량

천연 골재는 부존자원이기 때문에 채취 한계가 약 20년 후로 예상된다. 더욱이 어장 피해와 환경 파괴 등의 이유로 주민들과 환경단체들의 채취 반대 요구에 부딪혀 최근 인천 앞바다와 팔당호 충남 당진군 등지에서 더 이상의 골재 채취가 어렵게 되면서 골재 수급에 문제가 생겼다. 이는 전체 골재 수요량의 약 15% 정도를 차지하는 양으로써(2002년도 기준) 골재수급에 미치는 영향이 크다. 앞으로도 이와 같은 현상은 더욱 심화될 것으로 예상되기 때문에 골재 수급은 더욱더 어려워질 전망이다.

## 2.2 폐콘크리트량 급증 및 골재 수요전망

현재 우리나라 아파트 및 기타 건축물의 수명은 통계 자료와 경제적 욕구, 사회적 추세를 고려해 볼 때 대략 30년으로 추정된다. 이에 비추어 1980년대 과밀화된 서울 인구를 분산시키기 위한 신도시 정책에 의해 지어진 일산, 분당, 안양등과 같은 신도시 건축물의 재건축 시기가 2010년~2020년경으로 예상된다.

재건축을 위해 철거할 때 나오는 방대한 양의 폐콘크리트는 약 1억 4백만 톤으로 예상된다. 이때 발생하는 폐콘크리트의 처리도 문제지만, 신축을 위해 필요한 골재의 양 역시 많을 것이다.

## 2.3 환경 복구비용

1995년부터 시행된 쓰레기 종량제로 인해 생활 폐기물이 매립지에서 차지하는 비율<그림2>은 점차 줄어들고 있는 반면 건설 폐기물은 양이 증가했을 뿐만 아니라 비율 또한 50%를 넘어서고 있다. 이에 처리 비용의 부담 때문에 불법 투기가 가장 많이 일어나기도 한다. 2003년도 골재수요량(2억 4천만m<sup>3</sup>)을 기준으로 할 때 천연골재 채취로 인해 연간 여의도 면적의 103배에 달하는 산림과 자연환경이 파괴되고 있으며, 골재 수급에 가장 큰 비중을 차지하는 쇄석의 경우 채취 완료 후 복구비용이 수백억에 달하며 기간 또한 길다. 천연골재 소요량의 30%를 재생골재로 대체할 경우 63빌딩(56만4천여m<sup>3</sup>) 130여개 규모 자연환경이 보전될 것으로 예상된다.

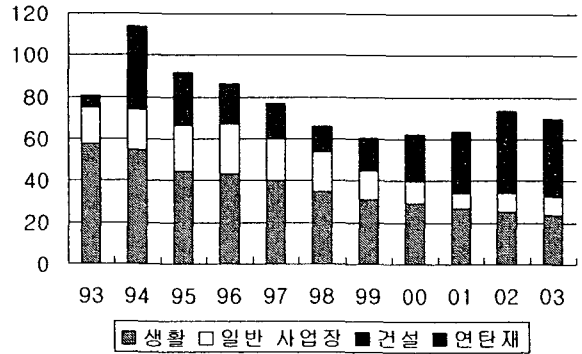


그림 2. 폐기물 반입 현황

## 2.4 순환 골재의 경제성

요즘 골재 수급의 어려움으로 인하여 골재 가격이 큰 폭으로 상승하였다. 이에 반해 건설 폐기물의 처리 과정에서 부산물로 생산되는 순환골재의 가격은 천연골재의 가격에 비해서 좀 더 저렴하게 공급됨으로써 경제성면서 천연골재에 비해서 우수하다.

2004년 현재 인천 모래 가격은 바다모래 채취 제한이후 지역에 따라 1m<sup>3</sup>당 1만6천원까지 급등했다. 향후 고품질의 재생골재를 저렴한 가격(천연골재의 50~70% 수준)으로 공급하여 건설공사의 골재비용을 절감할 것이며 천연골재의 30%를 재생골재로 대체한다면 건설공사의 골재비용은 10~15% 절감할 것으로 전망된다.

## 2.5 순환 골재와 천연 골재 품질 비교

다음은 천연골재규격, 순환골재 한국산업규격, 선정기업의 순환골재규격을 비교한 표이다. 재생골재를 생산하는 기업을 선정하는데 있어서의 기준은 품질검사전문기관에 의뢰해서 통과된 기업으로 I기업의 굵은 골재와 D기업의 잔골재이다.

표 1. 순환 골재와 천연 골재 물성 비교

굵은 골재	콘크리트용 순환 굵은 골재 (KS F 2573)			I 기업	일반 천연 골재 (쇄석)
	1종	2종	3종		
흡수율(%)	3 이하	5 이하	7 이하	1.12	1.23
비중	2.2 이상			2.62	2.64
마모율(%)	40 이하			21.5	24.1
잔 골 재	콘크리트용 순환 잔골재 (KS F 2527)			D 기업	일반 천연 잔골재
흡수율(%)	3.0이하				
표면건조 포화상태의 비중	2.2이상			2.49	2.25

두 기업은 가장 중요한 흡수율뿐 아니라 모든 항목에서 한국산업규격을 만족시켰으며, 굵은 골재의 I기업의 경우는 천연골재와 거의 비슷한 수준으로 나타났다.

### 3. 순환골재의 국내 현황

#### 3.1 국내 이용 현황

국내에서 생산되는 순환골재는 그 기준에 맞는 사용처에 사용된다. 순환골재 생산업체의 국내 사정에 따라 그 사용처가 1종 골재보다는 3종 골재에 편중되어 있다.

표 3. 순환 골재의 이용용도 및 사용률

순환 굵은 골재	순환 잔골재	이용용도	사용률
1종	천연골재	교량하부공, 옹벽, 터널 라이닝공	8%
2종	천연골재 or 1종	콘크리트 블록, 도로구조물기초, 집수받이 기초, 중력식옹벽, 등	22%
3종	2종	막콘크리트, 강도가 요구되지 않는 채움재 콘크리트, 구조재 콘크리트	70%

#### 3.2 국내 생산 현황 및 전망

표 2. 파쇄공정 시설규모와 용도별 생산량 및 업체수

파쇄공정 시설규모	구분	연간 생산량(톤)	업체수
	용도		
1,2단계 파쇄	성토/매립용	2,840,400	31
	바닥용	267,000	10
	도로용	676,500	11
	2차제품용	22,000	2
	기타	93,000	6
	계	3,898,900	31
3단계 파쇄	성토/매립용	2,469,000	22
	바닥용	189,500	7
	도로용	462,000	12
	2차제품용	120,000	1
	레미콘용	2,500	1
	기타	352,000	7
	계	3,595,000	24
4단계 파쇄	성토/매립용	1,168,000	10
	바닥용	94,500	2
	도로용	610,500	5
	2차제품용	136,500	2
	레미콘용	835,000	8
	기타	55,500	2
	계	2,900,000	13
총계(평균)		10,393,900	68

건설 폐기물 중 폐콘크리트는 약 90%를 점유하고 있다. 국내 폐콘크리트 발생량은 2000년 현재 약 1,500만 톤이었던 폐콘크리트 발생량이 2020년에는 약 1억 톤 이상으로 급격히 증가할 것으로 예상되며 재생골재도 이에 비례하여 급격히 증가할 것으로 예상된다.

### 4. 문제점 및 해결방안

#### 4.1 제도적 측면

##### 4.1.1 지방서의 부재

현장에서 순환골재의 사용을 하지 않는 이유 중에 하나가 지방서에 순환골재 사용에 대해서 언급하고 있지 않기 때문이다. 현재 지방서에 순환골재의 사용에 대해서 나와 있는 것은 대한주택공사 연약지반 공사, 도시철도 공사 특별 지방서에 불과하다 따라서 순환골재의 사용을 확대시키기 위해서는 지방서에 순환골재 사용에 대한 기준을 마련하여 일정수준 이상이 되는 순환골재들은 현장에서 적극적으로 사용할 수 있게 해야 한다.

##### 4.1.2 저급골재의 활용방안의 미비

위에서 살펴보았듯이, 순환골재를 생산업체에 생산되는 골재의 대부분이 저급 골재 임에도 불구하고, 순환골재의 활용을 위해 마련된 방안들이 거의 고급 골재의 활용을 위주로 마련되어 있다. 따라서 대부분의 순환골재 생산업체들이 생산하고 있는 저급골재들의 활용방안을 마련하여 적체 되어있는 저급 골재의 활용을 촉진 시키는 것이 필요하다. 저급골재의 활용 방안은 다음과 같다.

##### 1) 건물옥상 식재용 콘크리트

공극률, 흡수율, 압축강도, 보수율, 동결 융해 저항성은 클수록, 단위 용적 중량, 알칼리 용출량, 열전도율, 길이변화율은 작을수록 양호한 것으로 평가된다.

표 5 순환골재 식재용 콘크리트 물성 비교

구분	순환골재 식재용 콘크리트	천연 골재 식재용 콘크리트
흡수율	7.5%	3.3%
열전도율	0.18kcal/m*h*℃	0.28cal/m*h*℃
단위용적중량	1613kg/m <sup>3</sup>	1785kg/m <sup>3</sup>
공극률	28%	26%
PH	7.8 (재령 60일)	8(재령 60일)
길이변화율	-0.7mm(56일재령)	-0.4mm(재령6개월)
압축강도	80kgf/cm <sup>2</sup>	110kgf/cm <sup>2</sup>
상대동탄성계수비	20%	35%

##### 2) 도로 블록으로의 이용

실험에 사용된 13mm이하의 재생골재는 비중2.23, 흡수율 10.3%, 단위용적중량1444kg/m<sup>3</sup>, 실적을64.7%를 보이고 있어 기존 생산에 투입되는 부순 돌과 비교하여 양호한 물리적 성상을 보이며, 콘크리트 생산 최적 배합비는 물시멘트 23~27%, 재생골재 투입율 58~60%, 단위시멘트량 260~300kg/m<sup>3</sup>의 범위에서 양호한 수준의 시제품 생산이 가능하다. 또한 시제품 KS품질기준에 의거한 시험 결과 치수에서도 허용오차가 -2~1mm, 흡수율 2.4~ 4.2%, 휘강도 70.3~87kg/cm<sup>2</sup>으로 KS품질 기준에 적합하다.

##### 3) 기타 - 도로 기층재, 어초, 도로 경계석으로 활용한다.

#### 4.1.4 인센티브의 미비

건축법 제59조(건축물의 에너지 이용과 폐자재활용)2항과 동법 시행령 제91조 5항의 규정에 의하여, 건축폐자재의 활용기준을 고시하여 건축물의 골조공사에 사용하는 골재량에 대한 건축폐자재 사용량의 중량비율에 따라 용적률 및 건축물의 높이를 최고 15%까지 완화할 수 있다. 건축기술관리법 시행규칙 제 45조의 규정에 의한 '시공평가' 가산점부여와, 동법 시행규칙 제13조의 5에 의한 '부실별점의경감기준'의 적용을 받게 된다.

위와 같은 인센티브가 적용되고 있지만, 레미콘 제조업체에 대한 인센티브는 미비하다. 따라서 순환골재 사용을 촉진시키기 위해서는 전 분야에 골고루 혜택을 주고, 건축법 시행령에 따른 견적률·용적률 완화조치 활성화하고, PQ 심사 가점부여, 순환골재 사용으로 인한 공사비절감은 계약 공사비에서 삭감하지 않는 방안 등 다각적인 면에서 검토되어야 할 것이다.

표 6. 건설교통부 고시 1999-351호

건축폐자재 사용량의 중량비율	기준완화 적용 범위
15% 이상 사용하는 경우	5%
20% 이상 사용하는 경우	10%
25% 이상 사용하는 경우	15%

#### 4.2 사회적 측면

사람들의 인식 속에서 재생 물품에 대한 거리감은 순환골재 사용에 대한 인식에도 큰 영향을 미친다. 폐콘크리트에서 처리 과정에서 만들어낸 순환 골재가 천연 골재와 비교해서 품질적인 면에서 별 차이가 없더라도 순환골재에 대한 불안감은 순환 골재의 사용 및 순환골재를 사용한 건물에 대한 불신으로 이어진다. 그러므로 건물의 시공자는 순환골재를 사용해서 건물을 지을 경우 비용이 절감됨에도 불구하고, 순환골재를 사용하지 않는 것이다. 따라서 순환 골재의 품질 및 안정성에 대한 홍보로 사람들의 인식의 변화의 필요하다.

#### 4.3 기술적 측면

##### 4.3.1 제조업체간의 격차.

현재 순환골재 생산 업체는 300여개에 이른다. 하지만 순환골재의 KS규격을 만족하는 수준의 고급 골재를 생산할 수 있는 업체는 소수에 불과하다. 이는 곧 기술이 낙후된 기업이 도태되어 사라질 수 있음을 의미한다. 그렇게 되면, 순환골재의 공급에 차질이 생기게 될 것이다. 따라서 순환 골재 생산업체 들은 기술개발을 위해서 힘써야 할 것이며, 기술 개발에 필요한 자본 등은 정부에서 정책적으로 지원해주는 방법이 있을 것이다.

##### 4.3.2 시공 후 안정성

환경부 순환골재에 대한 수요자의 부정적 인식을 해소

하기 위하여 하수처리장 등에 적용하는 시범사업을 추진, 안전성 검증연구용역을 병행하여 실시 중에 있다.

표 7. 시공 후 안정성 검증

대상사업	적용범위	기간
인선 ENT연구소 건립	건물의 기둥, 보 등 주요 구조부	'03.4~'04.5
남양주시 진건하수처리장	진입도로 공사 시, 일정구간의 콘크리트 포장, 도로기층재 등	'03.4~'04.6
고양시 원능하수처리장	순환골재 다실량이 많고 시공 후, 모니터링이 용이한 차집관거공	추진예정
한강수계 하수관거정비사업	관거 정비 구간 중 일부구간의 모래기초 관보호콘크리트 등	'03.11~'04.12

시범사업 결과를 토대로 천연골재의 일정비율을 순환골재로 대체하여 사용토록 하는 방안을 마련하고, 환경부 산하기관에서 발주하는 공사에 적용여부를 우선 검토할 예정이며, 순환골재의 다양한 용도개발과 안전성 검증을 위한 시범사업을 지속적으로 확대 추진할 예정이다

#### 5. 결론 및 향후과제

최근 건설폐기물의 급증으로 인하여 폐기물의 처리 및 재활용에 대한 연구의 필요성이 커지고 있다. 지금까지는 건설폐기물의 처리가 대부분 매립 또는 폐기 처분으로 이루어져 환경적인 면이나 매립지 확보 등에서도 많은 문제를 발생시켰다. 또한 골재 수급난의 발생으로 천연 골재의 대체 수단이 필요해지고 있다. 이러한 건설 폐기물의 처리와 골재 수급 문제의 해결 방안은, 건설폐기물의 대부분을 차지하고 있는 폐콘크리트의 처리 시 발생하는 순환 골재의 활용이 하나의 방법이다.

본 연구에서는 순환 골재 활용의 문제점을 도출하였고 활용 촉진방안을 연구하였고, 결과는 다음과 같다.

- 1) 현재 대부분의 지방서에는 순환골재 사용에 대한 기준이 마련되어 있지 않다. 그러므로 시공자 입장에서 순환골재를 사용하지 못 한다. 따라서 지방서의 순환골재 사용에 대한 기준을 마련해야 한다.
- 2) 순환골재 사용 시 적용되는 인센티브가 미비 된 부분에 인센티브를 확충하여 순환골재의 적극적인 사용을 유도해야한다.
- 3) 순환골재 생산업체간의 기술적인 격차는 순환골재의 품질에 대한 불신을 갖게 할 수 있다. 내년 초부터 적용되는 기준에 맞는 순환 골재 생산을 위해 기술 개발을 할 수 있도록 정부 차원의 지원과 생산업체의 노력이 필요하다
- 4) 현재 생산되는 순환골재의 대부분을 차지하고 있는 것은 저급골재이다. 하지만 생산되는 저급 골재가 사용되지 못하고 적체되어 있다. 따라서 저급골재의 활성화에도 관

심을 기울여야 한다. 그 방법으로 도로 기층재료의 사용 도로경계석으로의 이용, 어초, 도로블록, 건물옥상 식재용 콘크리트로의 이용이 그 방법일 것이다.

5) 사람들의 순환골재에 대한 불신은 순환골재 사용을 저해하는 요인이다. 따라서 순환 골재의 품질 및 안정성에 대한 홍보로 인한 인식의 변화가 필요하다.

본 연구를 바탕으로 순환 골재의 원활한 공급과 현황 파악을 위해 현재 정부에서 추진하고 있는 순환골재 유통관리 시스템의 연구가 필요하다. 이를 위해 전국적인 네트워크 연결을 통한 물류관리 시스템의 확립과 흐름을 파악하고 실시간으로 소비자와 생산자를 연결시켜주는 효율적인 프로그램 관리 방안에 대한 연구도 필요하다.

## 6. 감사의 글

처음 논문을 시작할 때 현장에서 잘 활용 되지 않고, 품질 또한 확실히 검증되지 않은 순환 골재를 테마로 “정해진 기간 내에 모든 것을 끝낼 수 있을까?” 하는 조원들의 고민이 많았습니다. 논문을 써가면서 문제가 생겼을 때 마침 순환 골재의 활용화에 대한 세미나가 열렸고, 어떤 방향으로 써야 할지 알게 되었습니다. 어려움이 많았지만 논문이 완성됐고, 뿌듯하고 아쉬움이 남습니다. 저희들이 논문을 완성 시킬 수 있게 이끌어 주신 김창덕 교수님과 I 기업 박진국 과장님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 논문의 세세한 부분까지 신경써주신 상혁형, 태식형에게 감사드리고 마지막으로 논문완성을 위해 밤샘도 마다하지 않았던 조원들에게 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 장재명의, 고려대학교, 국내 건설 폐기물 활용 현황 및 활성화에 관한 연구, 2003.3
2. 홍성욱외, 건설 폐기물로 배출되는 폐콘크리트 재활용의 실태분석 및 효율화 방안에 대한 연구, 2004.2
3. 고해석외, 경남대학교, 건설공사의 폐기물의 감량화와 활용방안, 2001.4
4. 임남웅, 중앙대학교, 재생골재 활용 활성화를 위한 제도개선 방안, 국회 환경포럼 특별위원회, 2002.2
5. 강효성, 환경처 폐기물 관리과, 건축 폐기물 관리현황 및 재활용 방안, 1994.
6. 이세현, 한국건설 기술연구원, 폐기물 자원화 증대 방안,
7. 이세현, 한국 건설 기술 연구원, 재생골재 품질 검토서, 2002.4
8. 토론회 자료, 재생골재 활용기술 및 제도개선을 위한 대 토론회, 국회 의원회관 소회의실, 2001.12
9. 세미나 자료, 순환골재의 합리적 이해 및 활용방안, 건설회관, 2004.9
10. 이도현, 국내 순환 골재의 생산 및 활용 현황
11. 한국 건설 기술연구원. 순환 골재 콘크리트 실용화 기술개발
12. 김낙빈, 건설폐기물 재활용 촉진 중학대책 평가를 통한 정책 개선 방향

---

## Abstract

The recent increase of the construction business. reflects the rapid increase of the amounts of construction wastes caused by new buildings and demolitions. This trend brings about a problem of insufficient aggregate in the construction arena because construction wastes from new buildings are usually reclaimed in the land and it causes environmental pollution and a restriction of exploiting a natural aggregate, brought up by environmental organizations as well. Accordingly, researchers suggest recycled aggregate as a countermeasure of the two problems, however, it's not actually been used in the construction fields. By this study, it'll be feasible to expect to solve the problem of insufficient aggregate and to reduce environmental pollution from waste-reclamation.

**Keyword :** constructionwastes, recycledaggregate, efficient way

---