

정맥산업으로서 건설순환자원산업의 활성화를 위한 우리학회의 역할

The Role of Korean Recycled Construction Resource Institute for Promote of Construction Recycling Resources Recycling as Vein Industry



김무한*
Moo-Han Kim



김규용**
Gyu-Yong Kim

1. 서론

우리나라 건설산업의 변천과정을 돌아켜보면 그림 1에 나타난 바와 같이 1960년대 도입기를 맞이하여 KS의 규격이 제정되었으며, 1970년에 이르러 시멘트, 골재업체의 사업 참여가 시작되었고, 믹서트럭이 국산화되었다. 1980년대에는 건설산업의 고도성장기를 맞이하여 200만호 주택 건설 및 신도시건설, 서울 올림픽 개최에 따른 건설산업 특수에 이어 1990년대 재건축 및 도시재개발의 활성화, 영종도 신공항의 건설, 주택의 브랜드화 등 건설산업의 전환기를 맞이하여 건설산업의 동맥산업 및 정맥산업은 건설순환자원의 상호소통과 균형적인 발전을 위한 다양한 정보와 기술 개발 및 보급이라 할 수 있다.

이 중 동맥산업은 그림 2에 나타난 바와 같이 천연 자원을 바탕으로 새로운 재료, 건설구조물의 생산(New production and built), 건설재료의 생산 및 공급 등의 건설 생산을 담당하고 있다. 또한, 정맥산업은 기존의 건설구조물을 새롭게 정화 및 순환하여 다시 공급(Recycle / Reuse / Reduce)하고, 보수보강(Rehabilitation)하는 것으로 건설 폐기물 및 산업부산물 등의 순환자원이 해당되며, 건설산

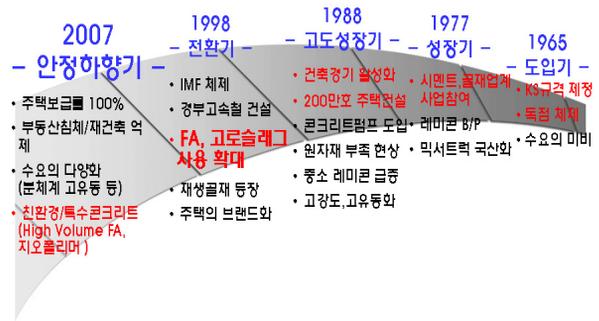


그림 1. 건설산업의 변천과정

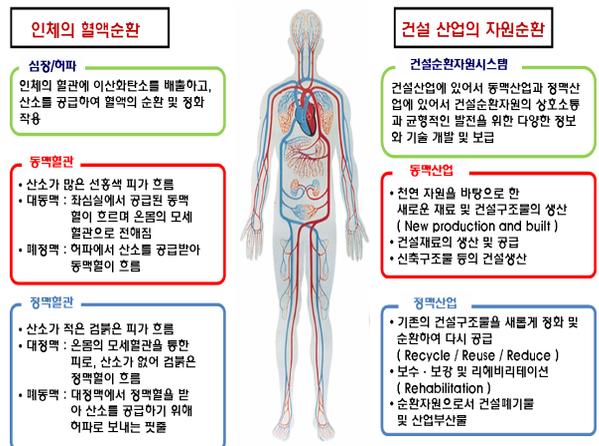


그림 2. 인체의 혈액순환과 건설산업의 자원순환

* 충남대학교 건축공학과 명예교수, 공박
Chungnam National University
E-mail : kimmh@cnu.ac.kr

** 충남대학교 건축공학과 부교수, 공박
Chungnam National University

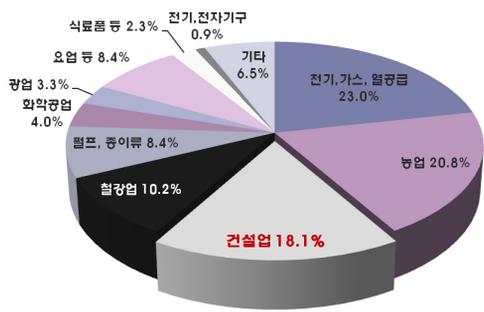


그림 3. 업종별 산업부산물 배출량



사진 1. 건설구조물의 일반해체 사례

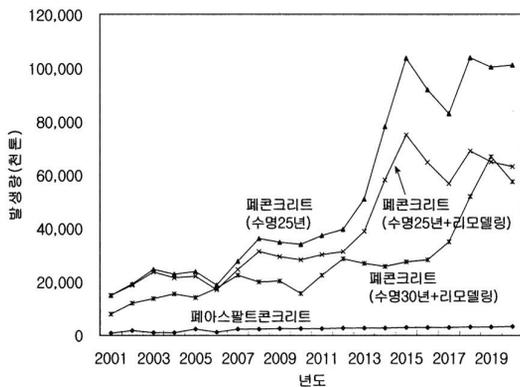


그림 4. 폐기콘크리트의 발생현황

업의 순환주기와 인체의 생애주기는 유사한 구조를 갖고 있으며 한시적이다.

그러나, 건설산업의 동맥산업 및 정맥산업에 있어서 정맥산업의 한 축을 담당하고 있는 건설폐기물의 재활용이 국가 사회적인 큰 문제로 제기되고 있다.

특히 건설산업은 타 산업의 생산 활동에 비하여 막대한 자원을 소비하고, 콘크리트구조물의 라이프사이클(Life Cycle), 즉 구조물의 신축, 해체 및 재활용에 있어서 막대한 양의 건설폐기물을 발생시켜 지구환경에 미치는 영향이 매우 크기 때문에 건설산업을 환경친화적 산업구조로 전환시키기 위해서는 콘크리트구조물의 라이프사이클 중 발생하는 막대한 양의 건설폐기물 및 산업부산물을 재활용할 필요성이 전 세계적으로 급격히 대두되고 있다.

2. 건설산업부산물의 배출현황

국내 건설자원산업의 현황 및 문제점을 살펴보면 그림3과 같이 건설폐기물 발생량은 전체산업폐기물 발생량의 약 18% 정도를 차지하고 있다.

폐기콘크리트의 발생현황은 그림 4에 나타난 바와 같이 2001년도에 약 18,754천톤이었던 폐기콘크리트 발생량은 2020년도에는 약 100,000천톤 이상으로 급격히 증가할 것으로 예상되고 있다. 더욱이 국내의 경우 1970년대 이후 고도 성장기에 건축 및 토목구조물 등 많은 콘크리트구조물이 건설되어 방대한 콘크리트구조물 스톡(Stocks)를 가지게 되었으며, 이러한 구조물들이 현재는 노후화되기 시작하여 재개발 시점에 이르고 있고, 청계천 복원사업과 같이 도시개발의 가속화와 재개발 사업의 급속한 팽창으로 폐기콘크리트의 발생량은 향후 급격히 증가될 것으로 전망된다.

이에 21세기에 있어서 천연자원의 고갈 및 에너지의 유한성, 지구환경 보전, 환경부하 저감 등을 고려하여 지구환경 문제를 해결하기 위한 건설산업 부산물의 고도화 처리에 대해 기술하였다.

3. 건설산업부산물의 고도화 처리

3.1 건설 구조물의 해체현황

일반적으로 건축물 철거시 철거 후 건설폐기물의 분리작업을 수행하여 건설폐기물의 불순물 혼합 및 재활용이 곤란한 혼합건설폐기물 등이 필연적으로 발생한다. 그러나 다양한 내장재나 마감재 등의 건설자재를 건축물 철거시 사전에 종류별로 분류하여 배출한다면, 각 분류별 재활용이 가능하게 될 뿐만 아니라, 타 폐기물의 혼합에 의하여 문제되던 순환골재의 품질향상 및 폐기물의 발생량도 감소할 것이다.

건축물 해체시 건설폐기물을 종류별로 분류하여 배출하는 것을 분별해체라고 하며, 선진국에서는 이미 보편화된 해체방법이나 국내에서는 적용사례가 많지 않다. 분별해체

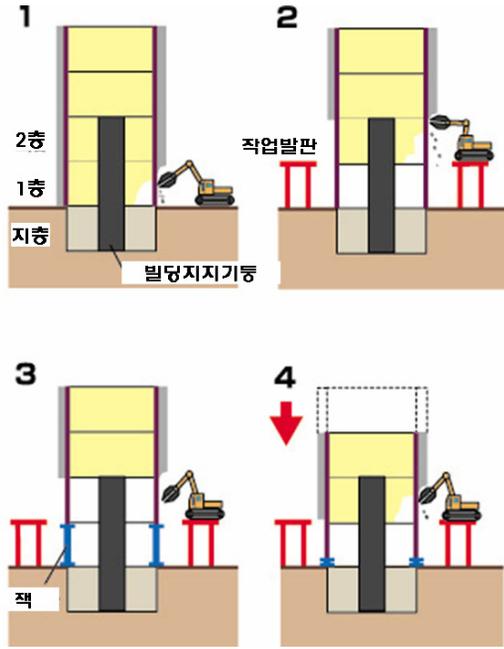


그림 5. 컷앤드 다운 공법의 순서

는 기존의 무작위적인 해체방법을 지양하고 해체 대상물의 각종 구성재를 종류별로 해체하는 방법이다. 이를 통하여 해체된 잔재들을 최대한 재이용 또는 재활용하여 최종 처분되는 폐기물을 줄이기 위한 것이다 현 단계에서의 분별해체 정책 추진의 초점은 주로 폐콘크리트류를 고품질 순환골재로 생산하여 재활용률을 높이는데 있다. 이웃 나라 일본은 건설리사이클링법을 제정하여 분별해체를 의무화하고 있다 이는 폐콘크리트류 뿐만 아니라 다른 잔재의 재활용률 향상을 동시에 도모하여 “Zero-Emission” 목표를 실현하기 위한 것으로 우리보다 한 단계 앞선 정책이다. 우리나라는 현재 분별해체 요령을 배포하여 권장하고 있는 초기 단계에 있으나 3년 이내에 일본과 같은 법적인 의무화가 예견되고 있다. 이러한 의무화의 시행은 발주 현장 관리 처리 등 건설산업 전반에 영향을 줄 것으로 예상된다.

3.2 고도화된 건축물의 해체공법

고도화된 건축물의 해체공법으로 컷 앤드 다운공법, 커터공법 등이 있다. 컷 앤드 다운공법은 일본의 카지마건설에서 개발한 공법으로 그림 5에 나타난 바와 같이 건물의 하층에서 각층을 순차적으로 해체하여 지상의 작업만으로 해체작업을 한다. 건물 기초와 상부 구조가 지상 부근의 해체작업으로 절단된 상태가 된다. 이 공법은 해체 중인

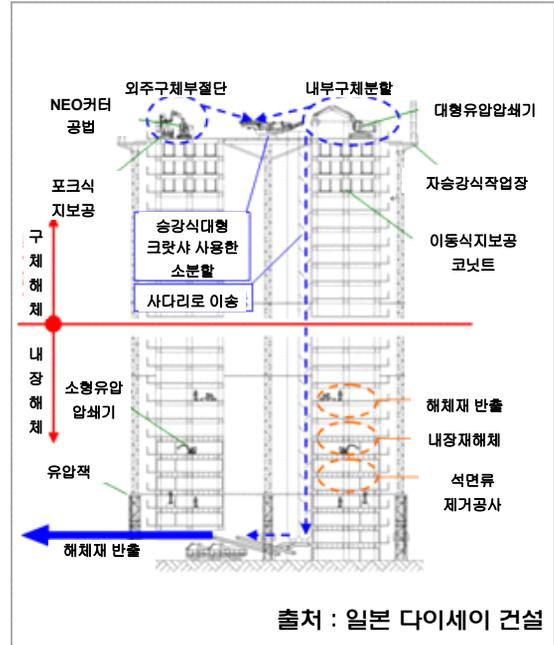


그림 6. 커터공법의 사례

건물이 지진 시에 넘어지는 것을 방지하기 위해 건물 내부에 “코어 월”을 새롭게 구축하고, 건물 기초를 지상층의 건물 내부와 연결하여 해체 작업 중에도 기존 건물과 같은 안정성을 확보할 수 있다.

또한, 지상층의 하중을 받칠 수 있는 “잭” 등으로 충분한 지지력을 갖게 된다. 초기 지진 경보를 활용한 각종 제어 시스템을 사용하여 해체공사의 안정성을 확보하고 있다. 기존의 상층부터 해체하는 방법에 비해 건물의 하층계에 미리 설치한 작업 플로어로 한정하여 보·바닥외장의 해체 작업을 하기 때문에 소음이나 분진 비산 억제 등 환경에 주는 영향을 절감할 수 있고, 중기계나 사람이 출입하기 쉬운 건물의 하층에 해체작업을 하기 때문에 해체공사에 발생한 폐기물을 자원으로 재활용하기 위한 분리작업을 진행하기 쉽다. 또한, 중기계나 사람이 상층에 올라가는 공정이 없기 때문에 고소작업이나 낙하에 대한 안정성이 확보된다.

그림 6은 커터공법을 나타낸 것으로 Diamond Wire를 절단대상물에 환상으로 접속하여 Wire에 일정한 장력을 주고 구동장치로 Wire를 고속주행시켜 대상물을 절단하는 것으로 매우 단순하다. 원래 Wire를 사용한 절단기술은 채석장에서 석재를 자르기 위해 발전된 것이지만 절단 대상물이 철근일 경우에는 Wire는 사용될 수 없으므로 Diamond Wire가 개발되었다. Diamond Wire를 사용해 철근콘크리트를 절단함으로써 대단면의 절단이 가능하고,

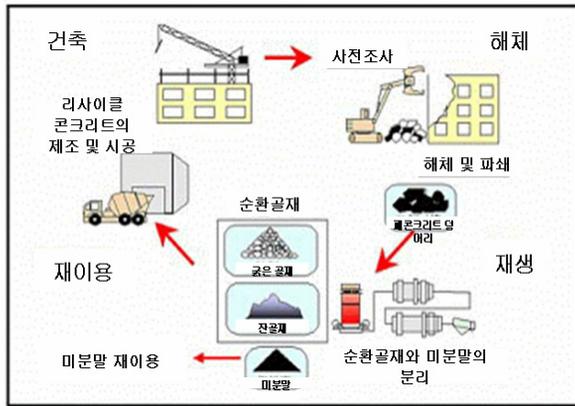


그림 7. 건설순환자원의 리사이클링 시스템

Cutter에 상응하는 Wire는 Pulley에 의해 자체적으로 조절이 가능하기 때문에 절단 대상물의 형상에 관계없이 절단이 가능하고, 소음·진동·분진 등이 없어 공해발생의 염려가 없으며, 수중절단이 가능하고, 높은 장소, 협소한 부분에서도 절단이 가능하여 공기단축, 환경문제 등의 개선이 가능한 해체공법이다.

3.3 순환자원시스템에 의한 건설생산 사례

폐기콘크리트의 100% 순환자원시스템에 의한 건설생산 사례로는 東京團地倉庫(株)平和島倉庫A棟의 재건축공사 개요가 있다. 해체된 건물은 日本 東京都 大田 平和島 3丁目 6番1에 있으며, 설계는 (株)都市工營건설턴트, 시공은 시미즈(水)건설(株)이다. 구조는 철근콘크리트조이며, 전체규모는 건축면적 21,363m², 연면적 68,309m², 4층이며, 건축년도 1970년이다. 이렇게 해체된 건축물은 그림 7에 나타낸 바와 같이 건설순환자원의 리사이클링 시스템을 이용하여, 해체된 건물 위치에 철골철근콘크리트조로서 전체규모는 건축면적 12,820m², 연면적 62,132m², 6층으로 신축하였다.

또한, 가열마쇄에 의한 순환골재의 생산 시스템은 폐기 콘크리트를 가열하여 시멘트페이스트를 탈수시켜 열화시킨 후 골재가 파쇄되지 않는 정도로 마쇄하여 골재 주변에 부착된 모르타르와 시멘트페이스트를 선택적으로 제거하여 JASS 5에 규정된 천연골재와 동등한 품질의 고품질 순환골재를 생산하기 위한 기술로서, 순환골재의 품질에 가장 큰 영향을 주는 시멘트페이스트를 모두 제거하여 골재품질을 천연골재의 품질과 유사한 수준으로 제조하여 구조체 콘크리트용 골재로 사용 가능하게 하는 기술이다.

가열마쇄방식의 제조공정은 그림 8에 나타낸 바와 같이 콘크리트덩어리를 약 50mm 이하로 조쇄하여 호퍼에



그림 8. 가열마쇄방식의 개념 및 생산 플로우

투입한 후, 충전형 가열설비의 상부에 콘크리트덩어리를 투입하여 하부에서 열풍(최대온도 450°C)을 불어 투입된 콘크리트덩어리를 300°C까지 가열시키며, 가열된 시멘트페이스트 부분을 탈수하여 최대 60mm의 강제 원형구를 투입한 튜브밀에 연속적으로 투입하여 콘크리트덩어리를 강제구의 마찰 및 골재간의 마찰을 통하여 5mm 이하의 순환골재를 생산한다.

4. 건설산업의 발달과 건설수요의 행태변화에 따른 우리 학회의 역할

4.1 환경기술개발의 추진동향

그림 9는 환경기술개발의 변천을 나타낸 것으로 1980년대 환경오염의 사후처리기술을 시작으로 지구온난화 대응기술, 사전오염 예방기술의 90년대를 거쳐 현재에 이르

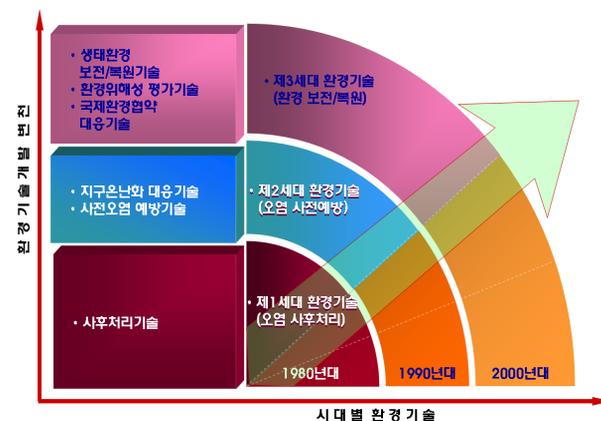


그림 9. 환경기술개발의 변천

리는 생태환경 복원기술, 환경위해성 평가기술, 국제환경 협약 대응기술 등의 환경 보전 및 복원기술이 진행되고 있다.

4.2 국내 건설순환자원산업의 현주소

건설산업부산물 발생량이 2006년 6,168만톤 발생하여 2005년 대비 약 25.3% 증가하였고, 향후 20년 이내에 천연 골재 고갈사태를 대비하여 국가적 차원의 대책수립으로서 재활용 종합대책 수립, 단일 법령 제정 및 시행, 재활용기 본계획 수립 등이 필요한 실정이다.

그러나, 건설산업부산물의 재활용정책을 시행함에 따라 양적인 성장에도 불구하고 부가가치가 높은 순환골재의 재활용 실적은 매우 저조하며, 순환골재 생산을 위한 재활용산업에 대한 규제는 오히려 강화 되고 있다. 정책의 목표 달성을 위한 인센티브는 선언적 제도에 불과하다. 또한, 국가사회적 인식 부족으로 환경규제 강화로 재활용산업에 대한 막연한 부정적 인식이 지속되고 있으며, 건설순환자원산업에 관한 통계자료가 불확실하고, 복잡하고 다변화된 정책과 제도에 의해 관련규정과 복잡한 상관성과 선언적 의미의 분리배출 규제에 의해 실질적인 순환자원산업이 활성화 되지 못하고 있는 실정이다. 또한, 관산학 주도의 순환자원산업기술관련 다양한 연구 및 시범사업이 부족하고, 전문 처리업체에 대한 육성정책도 미흡하다.

4.3 건설산업의 발달과 건설수요의 행태변화

국가적·제도적 중요성을 고려하여 지구온난화, 생태계의 파괴, 자원의 남용 및 폐기물의 축적 등 여러가지 문제가 표면화되어 21세기 지구환경시대에 있어서 지속가능한 순환사회의 실현을 위해 다음과 같은 건설구조물의 건설 생산 행태변화가 유발되어 건설산업에 있어서 동맥산업과 정맥산업의 균형적인 발전이 요구되고 있다.

첫째, 장수명화가 가능한 건설구조물을 실현하여 세대(世代)를 넘어 사용해야하는 가치를 지닌 사회기반의 자산으로서 기획·계획·설계·건설·운용·유지되어야 한다.

둘째, 건축은 자연환경과 조화되어 다양한 생물과의 공존을 도모하며, 친환경적 사회환경의 구성요소로서 형성되어야 한다.

셋째, 건설구조물의 생애(生涯)에 있어서 에너지의 소비는 최소한으로 하고, 자연에너지와 미 이용에너지는 최대

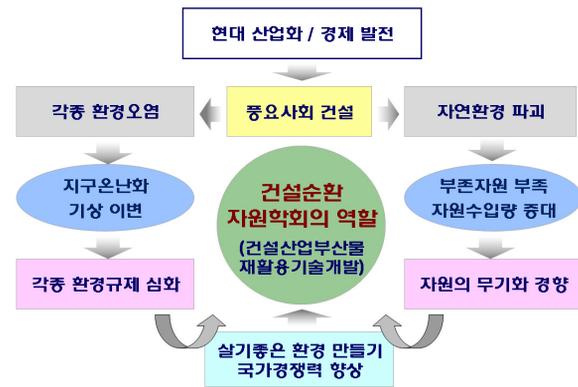


그림 10. 국내·외 건설산업부산물 관련 여건 변화

한으로 활용하여야 하며, 건설생산은 환경부하를 가능한 한 적게 하고, 재이용 및 재생이 가능한 자원과 재료를 사용함으로써 건설구조물 생애에 소비되는 자원을 최소화되도록 하여야 한다.

넷째, 건설구조물은 다종다양한 지역의 풍토 및 전통을 존중하고, 새로운 건설문화 환경으로 창조되어 차세대에 계승 발전되어야 한다.

4.4 건설산업에 있어서 정맥산업의 활성화를 위한 우리 학회의 역할

그림 10은 국내·외 건설산업부산물 관련 여건 변화를 나타낸 것으로 산업이 발달하고 경제가 발전함에 따라 풍요로운 사회 건설이 가능해졌지만, 각종 환경오염으로 인한 지구 온난화와 기상이변 등의 발생으로 각종 환경규제가 심화되고 있다. 또한, 자연환경 파괴로 인해 자원 고갈로 인해 자원 수입량이 증대되고 있어 자원이 무기화되는 경향이 있다. 이러한 문제점들을 해결하고 국가 경쟁력 향상을 위해 우리 학회에서는 각종 순환자원관련 정책 및 기술개발이 필요하며, 친환경을 위한 건설순환자원의 재활용에 관한 기술개발 및 연구가 지속적으로 진행되어야 한다.

또한, 건설산업부산물 및 자원활용에 대한 정보 공유 및 기술의 대중화를 통해 건설산업에 있어 정맥산업의 활성화가 반드시 필요하다. 이를 바탕으로 친환경적 건설구조물의 내구성향상과 장수명화를 위해 건설산업에 있어 그림 11과 같이 동맥산업과 정맥산업의 상호소통과 균형적인 발전을 이룩함으로써, 인체의 심장과 허파와 같은 중추적인 역할을 담당하는 것이 미래 한국건설순환자원학회의 사명이자 책임이라고 사료된다.

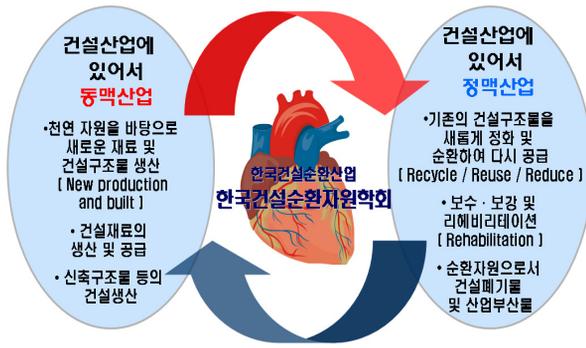


그림 11. 우리 학회의 역할

참고문헌

- 1) 한국건설기술연구원, 건설폐기물 재활용 촉진을 위한 정책 및 기술개발, 건설교통부, 2002
- 2) 김무한 외, 플라이애시 대체율에 따른 재생콘크리트의 공학적 특성 및 내구성능에 관한 연구, 한국폐기물학회논문집, 2004. 12
- 3) 김무한 외, 高速回轉衝擊及び遠心力微粉末集塵による再生細骨材乾式生産システムの性能評価に関する研究, 日本コンクリート工學年次論文集, Vol.30 No.2, 2008, pp.421~426
- 4) 이종찬 외, 건축물 내장재의 분별해체와 일반해체에 관한 비교 연구, 대한건축학회논문집 구조계, 제25권 제8호, 2009. 08, pp.135~142
- 5) 하기주 외, 해체공사 관련 국내 현행법규 및 제도 개선을 위한 기초적 연구, 한국콘크리트학회 2007년 봄 학술발표회 논문집, pp.1059~1062
- 6) 김효진 외, 자원순환형 건설과 해체, 콘크리트학회지, 제20권 제1호, 2008.01, pp.8~10
- 7) 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률, 2004
- 8) 환경부, 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2004
- 9) 최민수, 건설폐기물 재활용 촉진을 위한 정책 및 기술개발, 건설교통부, 2002
- 10) 柳橋邦生, 高品質再生細骨材の製造技術に関する研究, 日本コンクリート工學年次論文集, Vol.25 No.1, 2003, pp. 1217~1222