콘크리트용 순환골재의 기술개발 현황 및 활성화 대책

2006. 11. 17

대한주택공사 주택도시연구원

연구위원 이 도 헌

발 표 순 서

제1장 개요

제2장 건설폐기물의 발생 및 재활용 현황

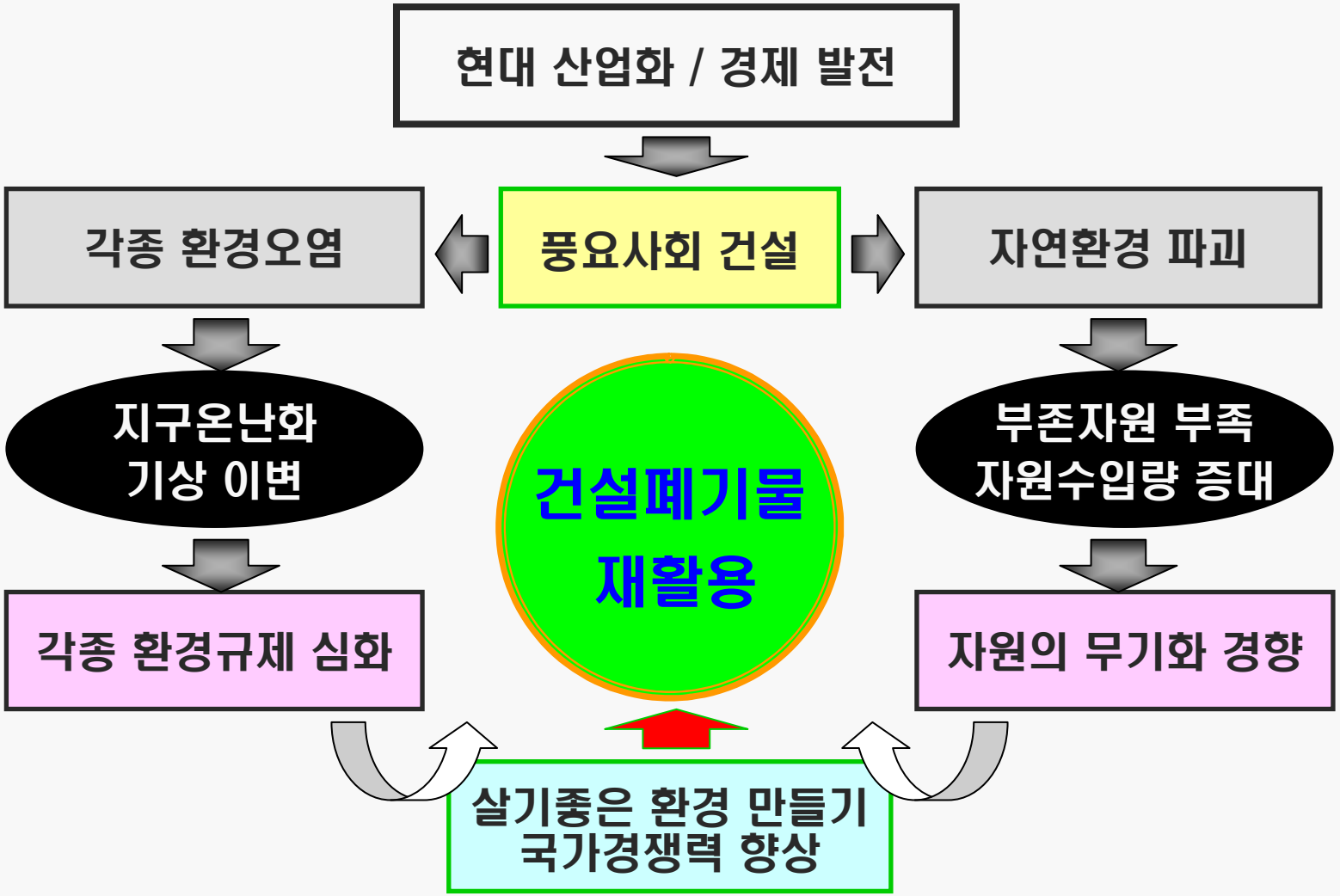
제3장 순환골재의 특징 및 용도

제4장 콘크리트용 순환골재의 기술개발 방향

제5장 맺음말

제 1 장 개요

국내외 건설폐기물 관련 여건 변화



건설폐기물 관련현황 및 영향

주요 관련 현황

- ✓ 폐기물 불법투기
- ✓ 비효율적 재활용
- ✓ 골재수급 부족

미치는 영향

- ▪생활환경 오염
- ▪경제적 부가가치 저하
- ▪가격불안, 품질저하

대책	건설폐기물의 재활용율 향상과 고품질 순환골재의 재활용

사회적, 환경적, 경제적 가치 ➡ 상상을 초월

미래 환경보전 및 경제적 영향 분석

환경적요구

- 국민소득 2~3만불 수준의 선진 건설환경을 요구
- 환경파괴 없는 골재원의 안정적 확보요구 증가

에너지절감

- 교토의정서 발효 등 이산화탄소 배출 억제 필요
- CO_2 배출량 : 순환골재는 천연골재의 60% 수준

경제성확보

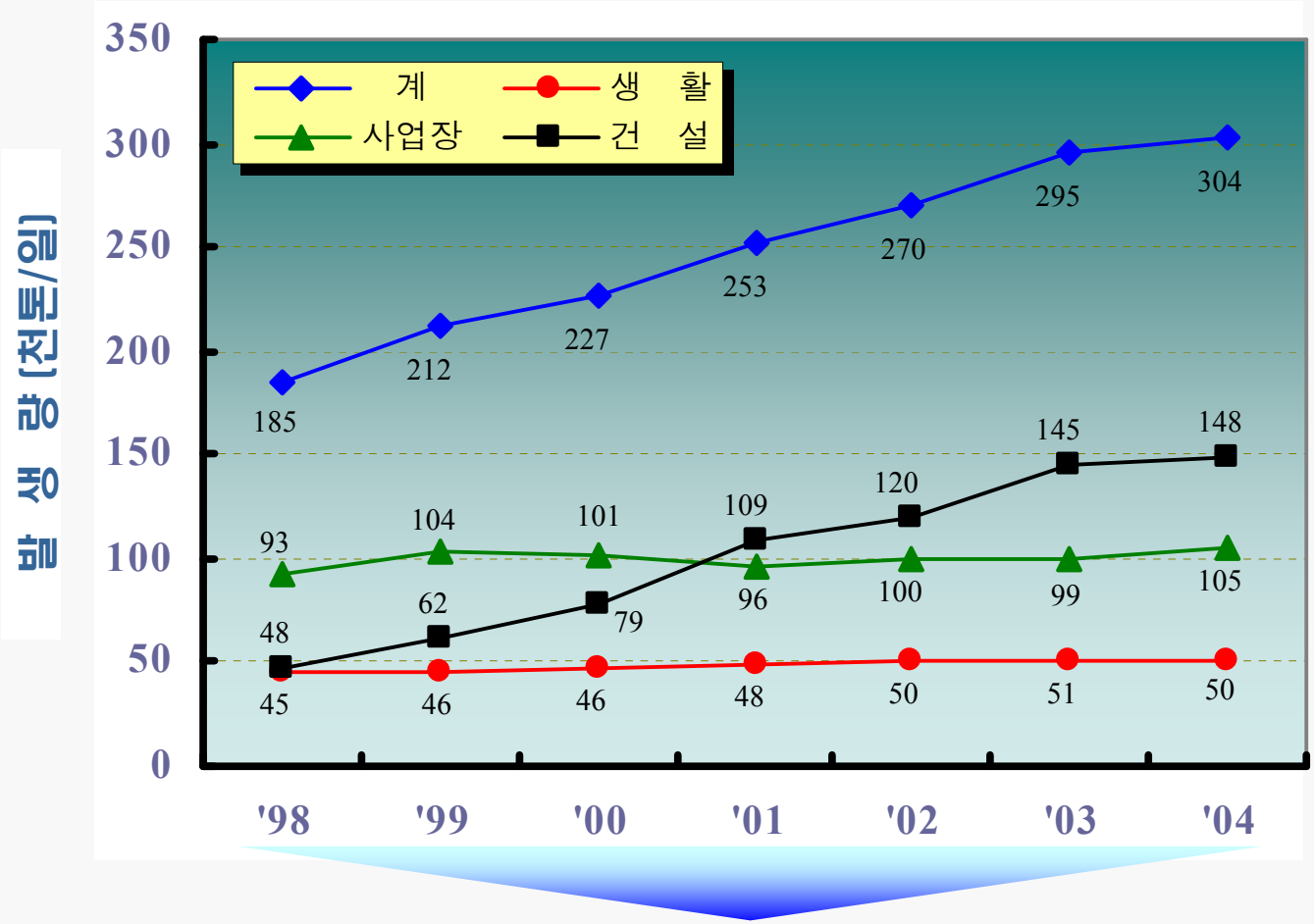
- 천연골재의 순환골재로의 대체를 통한 비용절감 필요
- 30% 대체시 골재비용 15% 절감 가능

- 골재생산비 절감, 환경피해 방지, 골재원 다변화 필요
- 콘크리트용 순환골재 대체시 3,000억원/년 절감

제 2 장 건설폐기물의 발생 및 재활용 현황

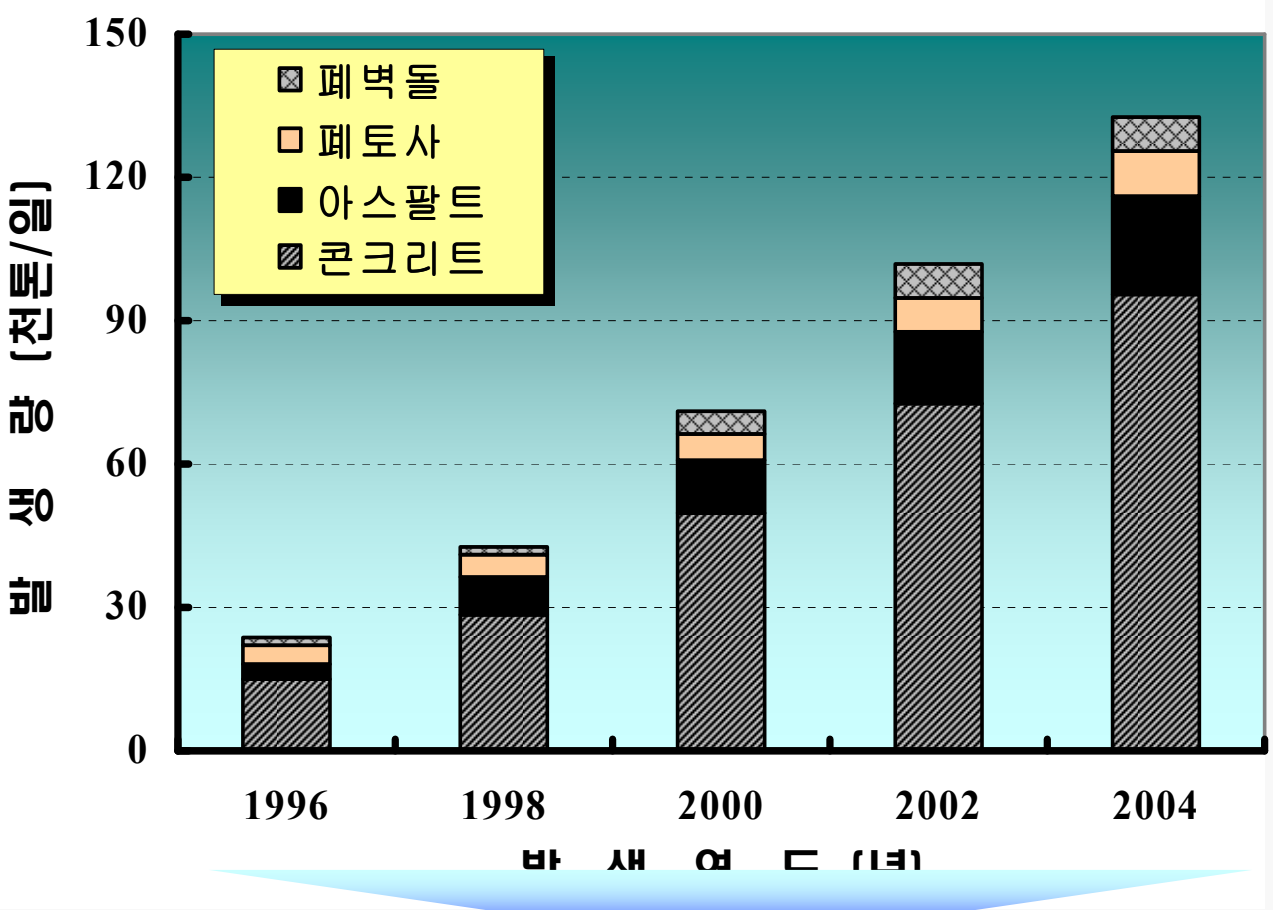
- 건설폐기물 발생 현황
- 건설폐기물의 처리 및 재활용 현황
- 건설폐기물 발생량 예측

폐기물의 종류별 발생량 추이



건설폐기물 : '96년 16.9% ➡ '04년 48.9%로 급증

건설폐재류의 성상별 발생량 추이



폐콘크리트 발생량 ➡ 지속적 증대,

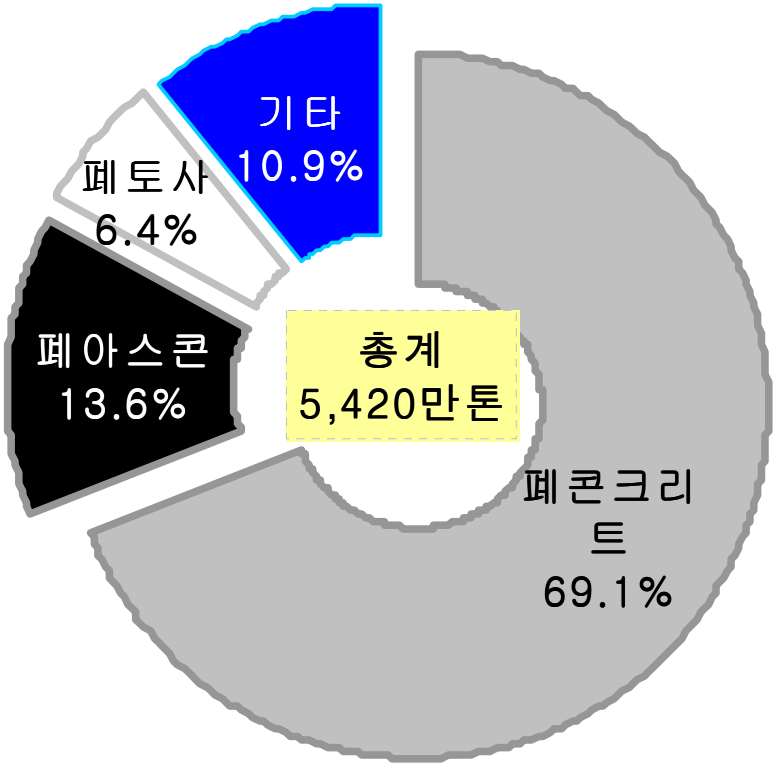
폐콘크리트의 발생량

2004년 통계

◆총폐기물 발생량
: 1억 1천만톤

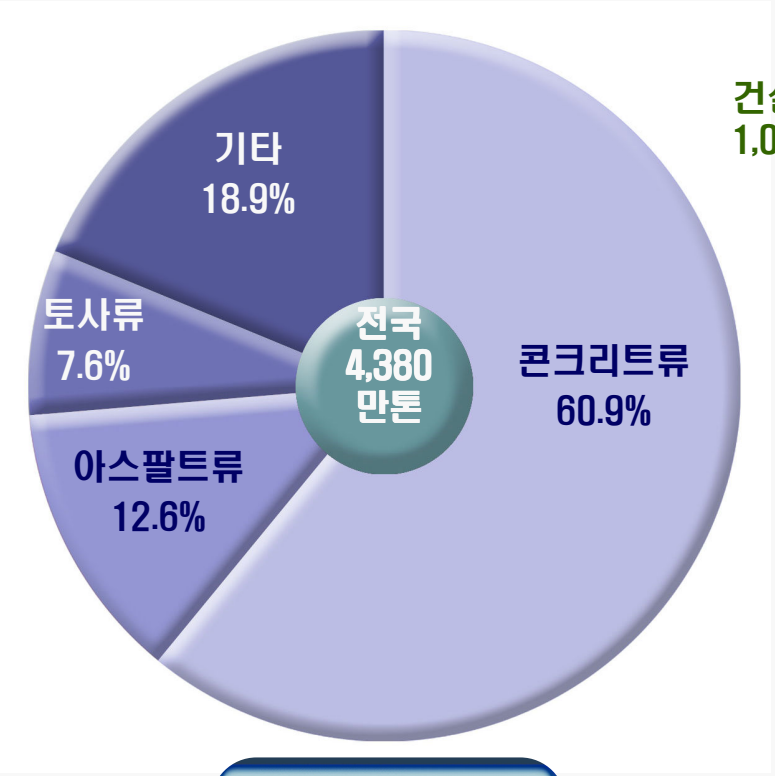
◆건설폐기물(48.9%)
: 5천 4백만톤

◆폐콘크리트(69.1%)
: 4천 5백만톤
(총폐기물의 40.4%)

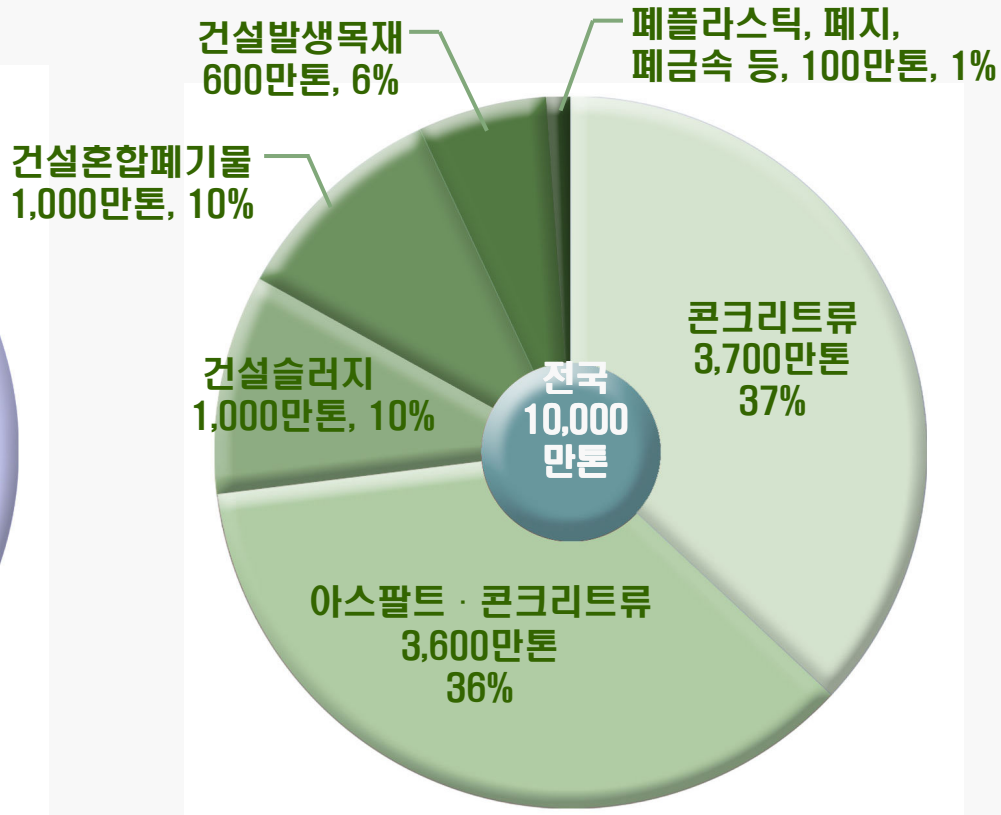


폐콘크리트의 재활용 활성화 중요

건설폐기물 종류별 발생량 비교('02년)



한 국



일 본

폐콘크리트의 재활용률 향상 노력은 우리나라가 더욱 절실

건설폐기물 처리방법 변화 추이

폐기물 처리방법 → 매립(Landfill), 소각(Incinerate), 재활용(Recycle)

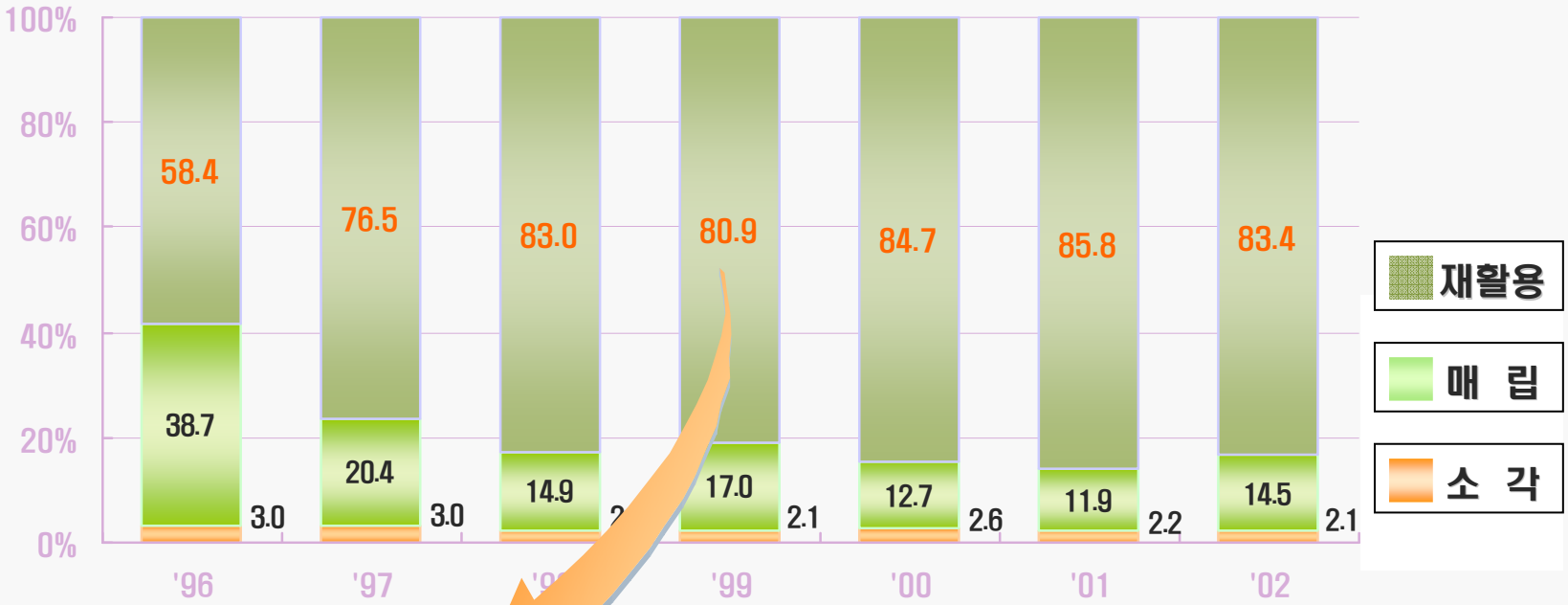
매립장 잔여용량 → 24,982만m³, '03년 매립량 : 1,761만m³
→ 14년후 매립장 만원, 매립처분 불가

구 분	'96년(%)		'98년(%)		'00년(%)		'02년(%)		'04년(%)	
매 립	10,988	38.7	7,112	14.9	10,021	12.7	17,462	14.5	10,976	7.3
소 각	848	3.0	1,007	2.1	2,071	2.6	2,462	2.1	2,949	2.0
재활용	16589	58.4	39,574	83.0	66,685	84.7	100,209	83.4	134,557	90.7
계	28,425	100	47,693	100	78,777	100	120,141	100	148,489	100

✓폐기물 처리량 약 5.1배 증가
✓매립비율 38.7% → 7.3%로 격감
✓재활용률 58.4% →90.7%로 급증

⇔ 매우 양호한 경향

건설폐기물의 재활용율 추이



건설폐기물의 실질적인 재활용율 제고 대책 필요

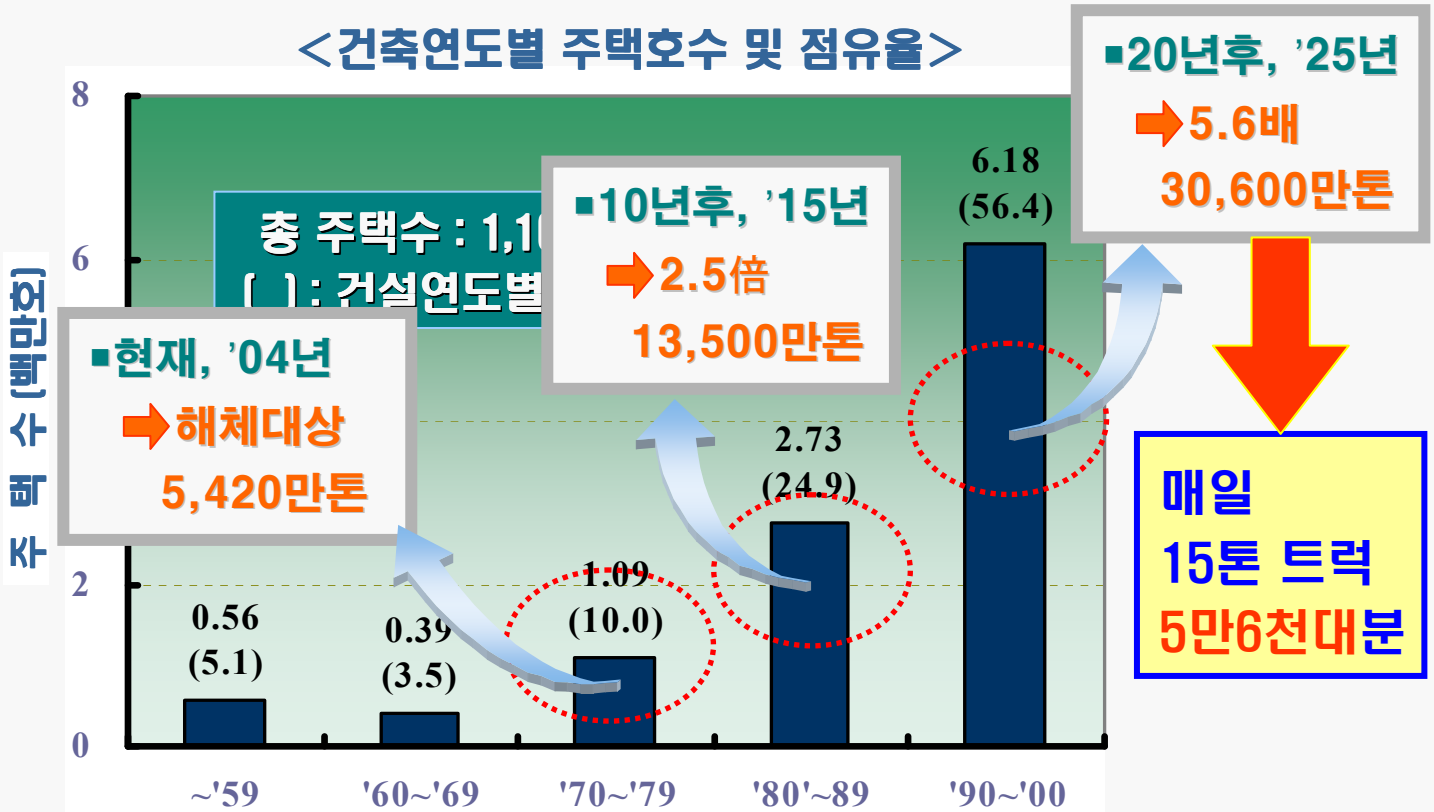
➡ 순환골재의 품질 향상 및 인식 제고

국내 건축년도별 · 종류별 주택수

구 분		~'59년	'60~'69	'70~'79	'80~'89	'90~'00	계
단독주택	호수	547,068	362,973	742,635	1,046,948	1,369,839	4,069,463
	(%)	13.4	8.9	18.3	25.7	33.7	100
아파트	호수	78	4,351	238,449	1,134,451	3,853,990	5,231,319
	(%)	0.0	0.0	4.6	21.7	73.7	100
연립 다세대	호수	139	927	54,876	422,914	787,133	1,265,989
	(%)	0.0	0.1	4.3	33.4	62.2	100
비주거용 건물 주택	호수	16,146	20,054	57,288	125,796	173,287	392,571
	(%)	4.1	5.2	14.6	32.0	44.1	100
전국 계	호수	563,431	388,305	1,093,248	2,730,109	6,184,249	10,959,342
	(%)	5.1	3.5	10.0	24.9	56.5	100

재건축 : 잠실아파트 등

건설폐기물 발생량 예측



- 건설폐기물 문제는 이제 발생 초기단계에 불과
- 지금부터 건설을 중단하더라도, 향후 수십년간 지속적 발생 문제
- 재활용하지 않으면 그 영향은 심각하게 진행 전망

제 3 장 순환골재의 특징 및 용도

- 순환골재의 특징 및 콘크리트에 미치는 영향
- 순환골재의 재활용 용도

순환골재의 특징

기본특성

- 골재표면에 모르타르가 부착되어 있음.
- 각종 이물질이 포함되어 있음.

물리적 특성

- ✓ 밀도 및 단위용적질량이 낮음.
- ✓ 흡수율, 안정성, 마모감량이 높음
- ✓ 품질편차가 크고, 품질관리가 어려움.

콘크리트의 특성에 미치는 영향

콘크리트의 물리적 / 역학적 특성 저하

- 워커빌리티 저하, 슬럼프 및 공기량의 경시변화 증대
- 압축, 인장, 휨, 전단, 피로 등의 강도특성 저하
- 탄성계수 저하, 건조수축 및 크리프 증대
- 동결융해, 중성화, 염해, 화학저항성 등의 내구성 저하
- 품질편차 및 균열발생 가능성 증대

  → 배합시 단위W량, 단위C량 증대 및 W/C 저하 필요

구조체 콘크리트용으로 사용하기 위해서는 부착모르타르 및 이물질 함유량이 적은 고품질 순환골재 생산기술 개발 필요

순환골재의 재활용 용도 및 재활용 현황

기본적 활용 용도 ➡ 부가가치 증대

▪매립용 ⇨ ▪성토용 ▪뒤채움재 ⇨ ▪도로노반재 ▪보조기층재 ⇨ ▪2차제품용 ▪레미콘용

생산현황 ('02년)

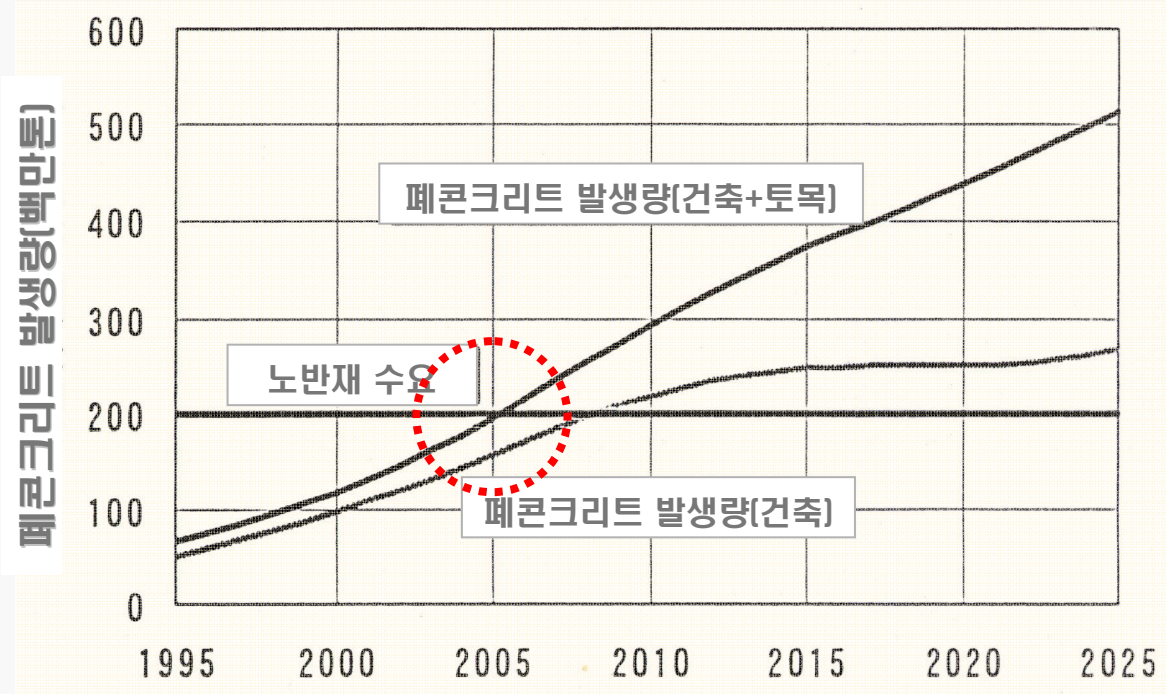
용도	생산업체수	생산량(톤)	점유율(%)
성토/매립용	63	6,477,400	62.3
바닥용	19	551,000	5.3
도로용	28	1,749,000	16.8
2차제품용	5	278,500	2.7
레미콘용	9	837,500	8.1
기타	15	500,500	4.8

⇨

고부가가치용 사용량 : 4.1%

대한건설순환자원협회 조사결과('05)

폐콘크리트의 발생 현황(일본)



(일본)	'05년부터 노반재 만으로는 폐콘크리트 전량처리 불가 콘크리트용으로 사용할 필요성이 당면문제로 대두
(한국)	아직 노반재로도 많이 사용되고 있지 않음. 노반재, 보조기층재 및 콘크리트용으로 사용 필요

제 4 장 콘크리트용 순환골재의 기술개발 방향

- 재활용 기반구축 기술개발 방향
- 해체 및 구조물 설계기술 개발 방향
- 순환골재 생산기술 개발 방향

순환골재의 재활용 활성화 방향

방향설정

정책
- ✓재활용 의무사용
- ✓인센티브 부여
- ✓분별해체 의무화

제도
- ✓순환골재 품질기준
- ✓순환골재 인증제도
- ✓시방서 및 기술기준

기술
- ✓순환골재 생산기술
- ✓콘크리트 적용기술
- ✓제품개발 기술

체계적인 계획 수립, 시행 – 산·학·연·관 노력

순환골재 재활용 활성화 기반 구축

순환골재 재활용 정책 추진 현황

일시	법률내용	관련근거
1999. 11	"건축폐자재의 활용기준" 순환골재 사용비율에 따라 용적률 및 건축물의 높이를 최고 15%까지 완화	건교부 고시 (제999-351호)
2003. 6	"공기관의 폐기물 재활용 촉진을 위한 지침" 공공기관에서 재활용 제품 우선구매를 "권장"사항에서 "의무"사항으로 강화	국무총리 훈령 (제443호)
2003. 12	"건설폐기물의 재활용 촉진에 관한 법률" 건설폐기물 분리발주 및 순환골재 재활용 의무화, 순환골재 품질기준 설정, 건설폐기물 현장재활용 금지, 순환골재 품질인증 및 취소 등 규정	환경부 제정 (법률 제7043호)
2005. 11	"순환골재 의무사용 건설공사의 순환골재 의무사용량" 공공 공사의 도로 보조기층용으로 순환골재 10% 이상 의무사용 규정	환경부-건교부 공동고시

정책방향 타당 → **국내의 사회, 경제, 기술 여건 성숙도 배려 요망**

순환골재 재활용 관련제도 수립 현황

일시	관련내용	관련근거
-	관련 KS 규격 제정 KS F 2573(콘크리트용 재생골재) 등	산자부 (기술표준원)
2004. 4	"시설물 분별해체 공사요령(안)" 시달 분별해체공법 선정방법, 분별해체공사 시공방법 등	건교부 (건설환경과)
2006. 6	"순환골재 품질인증 업무 처리요령" 고시 품질인증업무 처리요령, 사업장 심사기준, 품질검사 기준 등	건교부 고시 (제2006-216호)
2005. 8	"순환골재 품질기준" 제정, 공고 순환골재 용도를 13개로 분류하고 각 용도별 품질기준 제정	건교부 공고 (제2005-266호)
2006. 1	"건설폐기물 정보관리시스템" 구축, 시행 순환골재의 품질, 수요-공급 정보 및 행정서비스 제공	환경부 (환경자원공사)
검토중	콘크리트 표준시방서 "순환골재콘크리트편" 포함 검토 순환골재 콘크리트의 적용범위, 재료, 배합, 시공 등	건교부 (한국콘크리트학회)

수립방향 타당 → **국내의 기술수준 및 경제산업적 영향 배려 요망**

순환골재 재활용 관련제도 개선사항

구분	관련내용
관련법률	**현장재활용 억제정책 및 의무사용량 재검토** LCA 평가를 통한 현장재활용의 적절성, 국내 시공 및 품질관리 수준을 고려한 의무사용량 및 규제시기 등
순환골재 품질기준	**밀도 및 흡수량 규정값 및 저품질 순환골재 활용방안 검토** 국내 생산기술 수준, 관련업계 사업성, 골재수급문제 등 고려 규정값 완화시의 품질확보 방안(배합설계 방안 등)
KS 규격	**관련 KS 규격 신규 제정 추진** 부착모르타르량 시험방법, 순환골재 혼입률 시험방법 등
기술기준	**콘크리트 구조설계기준 및 각종 지침 수립 추진** 순환골재의 콘크리트 적용을 위한 관련시방서 종합 정비, 순환골재 콘크리트의 종류별 세부적인 시공 및 품질관리지침 등

콘크리트용 순환골재의 재활용 활성화

국내 구조물 설계기술 개발 방향

관련현황

- '80년대 이후 건설 구조물 내구성 한계
- 대량해체에 의한 건설폐기물량 증대
  - → 환경오염 및 국가자원낭비 초래
  - → 구조물 장수명화 설계기술 개발 요구

요구기술

- 재활용 재료의 설계 및 제품의 적용기술
- 고성능, 고내구성 재료설계기술
- 건설자재의 표준화, 모듈화 기술
- 리모델링 및 보수가 용이한 설계기술
- 환경성능을 고려한 구조물 최적설계기법

장수명화 및 자원순환형 건설기술 개발

국내 구조물 해체기술 개발 방향

관련현황

- 구조물 해체방식 : "선해체-후분리" 형태
- 폐기물의 성상별 현장 선별기술 미흡
  - → 건설폐기물의 재활용성 저해
  - → 재활용 제품(순환골재)의 품질저하
  - → "후분별" 어려움 및 혼합폐기물량 증대

요구기술

- 구조물 해체설계 기술 및 공법
- 구조체 부분해체 장비 및 공법
- 폐기물의 성상별 분별해체 요소기술
- 석면 등 유해물질 해체 및 적정처리 기술

"선분별-후해체"의 분별해체기술 개발

국내 순환골재 생산시스템의 특징

- **순환모래 생산시스템 종류**
  - 대부분의 중간처리업체에서 건식시스템 적용
    → 대규모 수처리 설비 필요, 현장 환경오염, 미립분 재활용성 저하

- **파쇄기의 부착모르타르 제거효과 미흡**
  - 기존의 부순골재 생산용 파쇄기 사용
    → 고품질 순환골재 생산 곤란, 고부가가치 달성 저해

- **고비중 이물질 선별능력 미흡**
  - 대부분 물에 뜨는 가벼운 이물질만 선별 가능
    → 고품질 순환골재 생산 곤란. 고부가가치 달성 저해

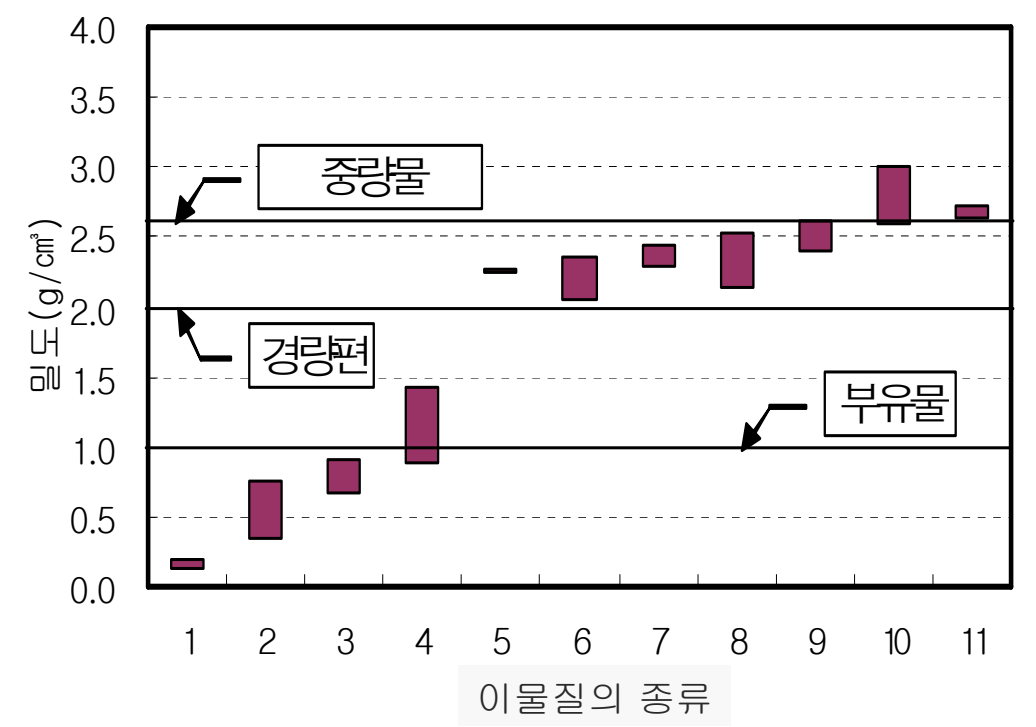
- **순환골재 생산 및 품질관리기술 미흡**
  - 생산과정 중의 품질확인을 위한 시험기사 및 시험실 미비
    → 균질하고 고품질의 순환골재 생산 저해

일본의 고품질 순환골재 제조방법(예)

종류	제조방법
가열 마쇄법	약 300℃의 열풍으로 골재와 페이스트간의 계면을 취약화시킨 후 마쇄하는 방법
편심 로터법	외부 원통형쉘과 내부 편심로터간의 마쇄작용에 의한 방법
스크류법	케이싱내의 스크류와 역회전하는 콘크러셔에 의한 압밀·마쇄작용에 의한 방법

장 점	천연골재와 거의 동일한 품질수준의 순환골재 생산 가능
단 점	생산능력 및 경제성이 매우 낮음
방 향	생산능력이 높고, 고품질 순환골재 생산이 가능한 기술 개발

순환골재중의 이물질 종류별 밀도분포



- **이물질 종류별 및 동일 종류라도 밀도의 차이가 큼**
  - 물의 밀도보다 무거운 이물질 선별 곤란(유리, PVC, 적벽돌 등)

  → **고도의 이물질 제거기술 개발 필요**

국내 순환골재 생산시스템 개발방향

- 해체현장에서의 성상별 분별해체 및 선별기술과 소음·분진의 발생이 적고, 품질확보가 가능하며 효율적인 이동식크러셔 개발
- 미립분 제거효과 및 부착모르타르량 제거효과가 큰 순환모래의 건식 생산시스템 개발
- 시간당 생산량이 많고 마쇄효과가 큰 고품질 순환골재 생산 전용파쇄기 개발
- 고비중의 이물질 제거를 위한 고도의 선별시스템 개발
- 순환골재 품질관리를 위한 인력 및 시험시설 확보

순환골재 콘크리트의 제조 및 적용기술

관련현황

- 순환골재 콘크리트의 제조 및 사용실적 거의 없음
- 모래수급 부족으로 순환굵은골재보다 저품질의 순환모래 사용 경향 대두
  → 순환골재 콘크리트 제조기술력 부족
- 순환골재의 저품질로 천연골재와 혼합골재 활용 예상
  → 혼합골재 사용시의 품질관리대책 미비, 혼합·계량설비 등 미흡
- 순환골재의 적절한 사용을 위한 시설 부족
- 현장에서의 적절한 시공 및 품질관리기술 부족

요구기술

- 순환골재 콘크리트의 배합설계기술 확보
- 별도의 저장시설 신규 설치 및 살수설비에 의한 함수율 관리방안 마련
- 품질확보를 위한 관련 기술자의 기술력 확보
- 현장에서의 시공 및 품질관리지침 마련

맺음말

- 국내 건설폐기물량의 급증에 따라 순환골재를 콘크리트용으로 사용할 필요성이 증대되고 있음.
- 국내에서 순환골재를 콘크리트용으로 사용하기 위해서는 아직 성숙되지 못한 기술적 부분들이 많이 남아 있음.
- 본 고에서는 기술적 사항을 중심으로 이를 위하여 개발되어야 여러가지 방향을 제시함.
- 향후, 콘크리트용 순환골재의 기술개발 및 활성화를 위하여, 산·학·연·관 모두의 다각적인 노력이 요망됨.

감사합니다 !