



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

현장레미콘 배치플랜트 운용 시 개선에 관한 연구



최 현 준

공 학 석 사 학 위 논 문

현장레미콘 배치플랜트 운용 시 개선에 관한 연구

지도교수 김 명 식

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2014년 2 월

부경대학교 산업대학원

토목공학과

최 현 준

최현준의 공학석사 학위논문을 인준함



주 심 공학박사 장 희 석 ㉠

위 원 공학박사 이 환 우 ㉠

위 원 공학박사 김 명 식 ㉠

목 차

1. 서 론	1
1.1 연구배경 및 목적	1
1.2 연구방법	2
2. 문헌 조사	3
2.1 레미콘 현장배치플랜트 설치 및 관리에 관한 지침	3
2.2 레미콘·아스콘 품질관리 지침	6
3. 골재의 사용성 검토를 위한 시험	16
3.1 굵은 골재의 사용성 검토를 위한 시험	16
3.1.1 안정성 시험	16
3.1.2 알칼리-실리카 잠재반응(화학법) 시험	18
3.1.3 암석분류시험	21
3.1.4 암석분류 종합 판정 및 결과	23
3.2 부순모래 사용성 검토를 위한 시험	23

4. 자료의 수집	27
4.1 자료의 수집	27
4.2 현장레미콘 배치플랜트의 운용 흐름도	27
4.3 현장레미콘의 생산 비용	30
4.3.1 외부 골재 반입 비용	30
4.3.2 레미콘 규격별, 지역별 반입 비용	30
4.3.3 현장 골재 생산시 플랜트 가동 비용	31
4.3.4 현장 생산 골재 규격별 비용	32
4.3.5 현장 생산 레미콘 비용	33
4.3.6 현장 설계 소요량	33
5. 결과 및 고찰	34
5.1 레미콘 생산 시설의 활용	34
5.2 골재 생산 시설의 운용	34
5.2.1 보조기층	34
5.2.2 조정용 골재포설 금액 비교	35
5.2.3 되메우기	35
6. 결론	37
참 고 문 헌	38

그림 목차

<그림 3.1> 화학법에 의한 굵은 골재 유해·무해 판정도	20
<그림 4.1> 레미콘 생산 흐름도	27
<그림 4.2> 잔골재, 굵은 골재 생산가공 흐름도	29



사진 목차

<사진 3.1> 부순모래 / 자연사 비교	24
<사진 3.2> 부순모래	24
<사진 4.1> 장비 및 인력의 운용 흐름도	28



표 목차

<표 3.1> 황산나트륨 (Na_2SO_4) 포화용액 조제방법	17
<표 3.2> 안정성 시험의 굵은 골재 시료량 결정법	17
<표 3.3> 안정성 시험 결과	18
<표 3.4> I.C.P분석에 의한 굵은 골재의 정량분석 결과	19
<표 3.5> 알칼리 실리카 골재반응 결과표	20
<표 3.6> 굵은 골재의 통과 백분율	22
<표 3.7> 주구성 광물별 모달분석(Vol.%)	22
<표 3.8> 암석분류시험 종합 판정표	23
<표 3.9> 자연사, 부순모래 시험 결과	24
<표 4.1> 규격별, 지역별 골재 반입 단가	30
<표 4.2> 규격별, 지역별 레미콘 반입 단가	30
<표 4.3> 현장 골재 생산 시 1HR 플랜트 가동 비용	31
<표 4.4> 규격별 현장 골재 생산 비용	32
<표 4.5> 현장 생산 단가 (25-27-12) 규격별 골재 생산 비용	33
<표 4.6> 레미콘, 되메우기 및 보조기층 소요량	33
<표 5.1> 레미콘 단가 비교	34
<표 5.2> 혼합골재 단가 비교	35
<표 5.3> 조경골재 단가 비교	35
<표 5.4> 잔골재 단가 비교	36

A Study on the Improved Operating Venue Remicon Batch Plant

Hyun Jun, Choi

Department of Civil Engineering,
Graduate School of Industry
Pukyong National University

ABSTRACT

Could be in the place of 90 minutes or more and ready-mixed concrete company of the construction site, near the city you have a lot of traffic congestion, ensuring the quality is not good supply of ready-mixed concrete is difficult.

Economic loss occurs late as the construction period. However, it is possible to shorten the construction period and to produce a ready-mixed concrete by crusher plant operation in the field.

It is possible to operate the crusher, by producing a variety of aggregates, by operating the scene production plant configuration arranged as follows, to supply the mixed concrete for the construction.

Making sure that you consider for laying landscaping aggregate, the economic effect when it is utilized to backfilling remainder aggregate, thereby Contributing to the reduction in construction costs, to improve the supply of its own present the purpose of the study.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

우리나라의 경우 좁은 국토면적, 잦은 민원의 발생으로 인하여 공사 진행에 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 건설공사 현장이 레디믹스트콘크리트(이하 레미콘) 생산업체로부터 90분 이상 떨어진 곳에 위치해 있거나 공사 현장이 교통체증이 심한 대도시 부근 일 경우 콘크리트 타설 시 차량의 정체로 인한 원활한 레미콘공급이 되지 않아 품질 확보와 공사 지연에 의한 경제적 손실이 발생할 수 있다.

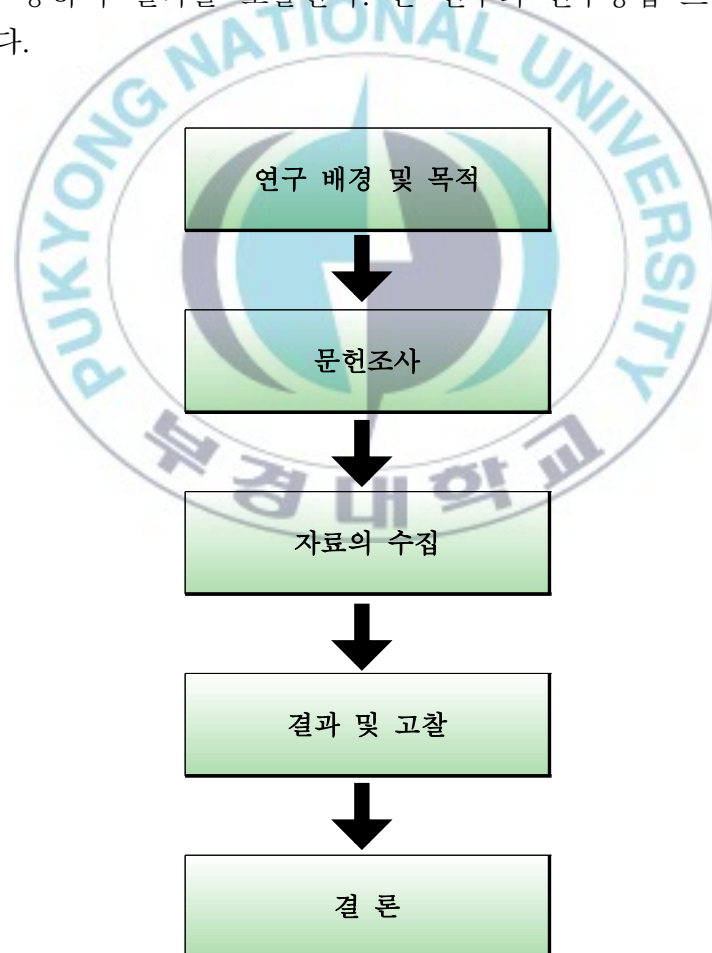
현장레미콘 배치플랜트를 성공적으로 운용한 해운대지구 신시가지 조성 사업을 한 사례로 들어보면, 부산광역시 해운대는 관광특구지역으로 많은 외국관광객들과 국내관광객들이 많이 찾아오는 곳으로서, 부산에서 교통량이 제일 많은 곳 중의 한 곳이며, 공사차량의 통행시간 제한이 있고, 해운대지구 주변 도심지 레미콘 공장들의 위치가 멀기 때문에, 보통 레미콘의 현장 도착 시간이 1시간 이상 정도로 소요되므로, 서중콘크리트 시공시 레미콘 운송시간에 많은 문제점이 노출되었다. 1993년 및 1994년 당시 도심지 레미콘공장의 난립 및 도심지 공사물량의 과포화로 공장레미콘 품질 저하가 우려되던 상황으로서, 해운대 신시가지 조성지구내 골재원의 산재와 골재량 확보가 수월(주변 연계공사 지구내 경암돌출 및 반출처리문제 등)하였으며, 이에 따른 골재비용이 절감되는 동기가 발생, 만약 현장레미콘 생산이 가능 시 운반거리가 짧아져서 신속한 운반과 소량 레미콘의 현장시공이 용이하며, 공정계획에 대한 적절한 대처가 용이하다는 이점이 있었으므로 현장레미콘 배치플랜트가 설치토록 설계되었다.

따라서 위 의 예와 같이 현장에 골재원이 충분할 경우 크러셔를 운용하여 골재를 생산하고, 현장레미콘 배치플랜트를 적절히 운용하여 공기단축의 효과, 현장골재의 유용, 시공비용 절감 등 자체 수급 향상에 기 할 수 있는 지에 대하여 알아보고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

1.2 연구방법

먼저 문헌조사를 통하여 레미콘 현장 배치플랜트 설치 및 관리에 관한 지침과 레미콘·아스콘 품질관리 지침을 살펴본다. 다음으로 현장에서 발생하는 원석을 대상으로 사용성 검토를 위한 시험을 실시하여 굵은 골재 및 잔골재로서의 적합성을 판단한다.

그리고 본 연구대상 현장의 각종 자료를 수집하여, 각각에 대하여 분석 및 고찰을 통하여 결과를 도출한다. 본 연구의 연구방법 흐름도는 아래 그림과 같다.



2. 문헌조사

문헌조사는 레미콘 현장배치플랜트 설치 및 관리에 관한 지침, 레미콘·아스콘 품질관리 지침에 대한 문헌을 수집하여 정리하였다.

2.1 레미콘 현장배치플랜트 설치 및 관리에 관한 지침

아래 사항은 지식경제부고시 제2008-211호(2008. 12. 24 개정)내용과 국토해양부고시 제2008-778호(2008. 12. 24 개정)내용을 요약 정리 한 것이다.

1) 목적

이 지침은 「건설기술관리법」 제24조의2에 따라 건설공사에 사용되는 레디믹스트콘크리트(이하 “레미콘”이라 한다)를 적기에 생산·공급할 수 있도록 현장배치플랜트를 설치 및 관리하는데 있어 건설공사를 수행하는 건설업자(이하 “시공자”라 한다) 및 레미콘전문제조업자가 준수하여야 할 사항을 규정함을 목적으로 한다.

2) 용어의 정의

이 고시에서 적용되는 용어의 정의는 다음 각 호와 같다.

1. “배치플랜트”란 레미콘을 생산하기 위하여 설치되는 골재저장통·계량장치 및 혼합장치를 가진 설비를 말한다.
2. “현장배치플랜트”란 시공자가 해당 건설공사에 사용되는 레미콘을 생산·공급하기 위하여 설치하는 고정식 또는 이동식 배치플랜트를 말한다.
3. “레미콘전문제조업자”란 고정식 배치플랜트를 설치하여 「산업집적활성화 및 공장설립에 관한 법률」 제16조에 따라 공장등록을 하고 「산업표준화법」 제15조에 따른 한국산업표준 제품인증을 받아 레미콘의 생산·판매를 전문적으로 영위하는 제조업자를 말한다.
4. “생산능력”이란 레미콘 배치플랜트의 혼합장치가 단위시간당 생산하는 용량을 말한다.
5. “출하능력”이란 레미콘 배치플랜트가 실제 출하할 수 있는 단위시간

당 용량 또는 생산능력의 80퍼센트에 해당하는 용량 중 작은 쪽을 말한다. 다만, 실제 출하능력을 측정하지 않은 경우에는 생산능력의 80퍼센트로 본다.

6. “주변의 레미콘전문제조업자”란 콘크리트를 비비기 시작하고 나서 90분 이내에 트럭믹서로 해당 건설공사 현장의 배출지점까지 운반이 가능한 거리 내에 있는 레미콘전문제조업자를 말한다.

7. “주변의 레미콘전문제조업자의 출하능력 여유분”이란 주변의 레미콘 전문제조업자의 평균출하능력에서 평상시의 가동율을 뺀 나머지 출하능력을 말한다. 다만, 평상시의 가동율을 산출하기 곤란한 경우에는 전년도 3월~6월까지의 전국 레미콘전문제조업자의 평균가동율을 이용할 수 있다.

8. “레미콘 수요성수기”란 해당 건설공사의 착공시 신규 소요되는 레미콘의 일간(1일은 8시간으로 한다) 최대소요량이 주변의 레미콘전문제조업자의 출하능력 여유분으로 생산될 수 있는 일간 최대생산량을 초과하는 기간이 1주일이상 지속되는 경우를 말한다.

9. “대규모 구조물”이란 해당 구조물의 착공으로 신규 소요되는 레미콘의 일간 최대소요량이 주변의 레미콘전문제조업자의 출하능력 여유분으로 생산될 수 있는 일간 최대생산량을 초과하는 기간이 1주일이상 지속되는 경우를 말한다.

10. “공공공사”란 국가·지방자치단체·국가 또는 지방자치단체가 납입자본금의 2분의 1이상을 출자한 기업체의 장이 발주한 건설공사를 말한다.

3) 적용대상

① 이 고시는 해당 건설공사에 소요되는 레미콘을 원활히 공급하기 위하여 현장배치플랜트를 설치하는 시공자와 주변의 레미콘전문제조업자 및 관련 중소기업자단체를 대상으로 한다.

② 해당 건설공사의 발주자 및 그 공사를 인·허가 또는 승인한 행정기관의 장은 해당 건설공사에 소요되는 레미콘의 원활한 공급을 위하여 이 지침에 따라 시공자가 현장배치플랜트를 설치할 수 있도록 협조하여야 한다.

③ 현장배치플랜트가 설치되는 지역의 관할시·도지사는 레미콘전문제조업자의 중소기업자단체가 이 지침을 위반하여 「대·중소기업 상생협력 촉진에 관한 법률」 제32조에 따른 사업조정을 신청하지 아니하도록 지도하여야 한다.

4) 현장배치플랜트의 설치방법

현장배치플랜트를 설치하려는 시공자는 「건축법」 제20조 및 같은 법 시행령 제15조에 따른 가설건축물 축조신고 등을 하여야 한다.

5) 현장배치플랜트의 설치조건

① 건설공사에 소요되는 레미콘을 레미콘 전문제조업자가 생산·공급할 수 없는 다음 각호에 해당하는 경우에는 해당 건설공사의 시공자는 현장배치플랜트 설치하여 레미콘소요량을 전량 공급할 수 있다. 이 경우 해당 레미콘전문제조업자의 중소기업자단체가 「대·중소기업 상생협력 촉진에 관한 법률」 제32조에 따라 사업조정을 신청하는 경우에는 관할지역의 시·도지사는 이를 기각한다.

1. 콘크리트를 비비기 시작하고 나서 90분 이내에 트럭믹서로 배출지점까지 운반이 불가능한 지역인 벽지지역·도서지역·교통체증지역 등

2. 압축강도가 40MPa이상이거나 슬럼프가 50mm이하인 레미콘이 사용되는 경우

3. 콘크리트표준시방서에서 규정하는 일반콘크리트 이외의 프리스트레스트 콘크리트·매스콘크리트·경량골재콘크리트·해양콘크리트·수중콘크리트·프리팩트콘크리트·샷크리트·철골철근콘크리트등 특수콘크리트를 시공하는 경우

4. 공공공사의 발주기관의 장이 상기 각호의 경우 이외에 주변의 레미콘 전문제조업자로부터 소요 품질의 레미콘을 공급받을 수 없어 레미콘의 품질확보를 위해서는 현장배치플랜트 설치가 불가피하다고 판단하여 계약서에 명시하는 경우

② 레미콘수요량이 급격히 증가하여 주변의 레미콘전문제조업자가 해당 건설공사에 소요되는량을 충분히 생산·공급할 수 없는 다음 각호에 해당하는 경우에는 해당 건설공사의 시공자는 현장배치플랜트를 설치하여 레미콘소요량의 일부를 공급할 수 있다. 이 경우 시공자는 「대·중소기업 상생협력 촉진에 관한 법률」 제32조에 따른 사업조정신청에 관계없이 제1항의 규정에 해당되지 않는 일반레미콘의 소요량의 2분의1을 주변의 레미콘전문제조업자가 공급할 수 있도록 협조하여야 한다.

1. 레미콘 수요성수기에 건설공사를 하는 경우

2. 대규모 구조물공사로 레미콘 수요량이 급격히 증가하는 경우
- ③ 현장배치플랜트에서 생산되는 레미콘은 해당 건설공사 현장이외의 장소로 반출하여 사용할 수 없다.

6) 공동협력

- ① 해당 건설공사의 발주자는 시공자가 제5조제2항에 따라 일반레미콘의 소요량의 50퍼센트를 주변의 레미콘전문제조업자로부터 공급받도록 최대한 협조하여야 한다.
- ② 관할 시·도지사는 레미콘전문제조업자의 중소기업자단체로부터 「대·중소기업 상생협력 촉진에 관한 법률」 제32조에 따른 사업조정신청을 받은 경우에는 해당 건설공사의 레미콘소요량의 50퍼센트를 주변의 레미콘전문제조업자가 공급하도록 즉시 조정하여 시공자의 해당건설공사 추진에 차질이 없도록 최대한 협조하여야 한다.

7) 품질관리

- ① 해당 건설공사에 소요되는 레미콘을 적기에 공급하기 위하여 시공자가 현장배치플랜트를 설치하는 경우 시공자는 「건설기술관리법」 시행규칙 제24조에 따라 실시하는 품질시험내용을 문서화하여 기록을 유지한다.
- ② 해당 건설공사의 발주자는 레미콘의 품질확보를 위하여 제1항에 따라 실시된 품질시험 내용을 점검하고 이에 대하여 지도할 수 있으며, 「레미콘·아스콘 품질관리지침」에 따라 품질관리를 할 수 있다.

2.2 레미콘·아스콘 품질관리 지침

아래 사항은 국토해양부 고시 제2012 - 761호 (‘2012. 11. 05 개정)에 관한 내용을 요약 정리한 것이다.

1) 목적

이 지침은 「건설기술관리법」 제24조의2에 따른 레디믹스트 콘크리트 및 포장용 가열 아스팔트 혼합물을 생산·공급 및 사용함에 있어 부실시공을 방지하고 품질을 확보하기 위하여 필요한 사항을 정하는데 목적이 있다.

2) 정의

이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. “건설공사”란 「건설산업기본법」 제2조제4호에 따른 건설공사를 말한다.
2. “발주청”이란 「건설기술관리법」(이하 “건기법”이라 한다) 제2조제5호에서 규정한 기관을 말한다.
3. “품질관리”란 건설공사의 시공 및 사용자재에 대한 품질시험·검사업무 등 공사 목적물의 품질을 확보하기 위한 모든 활동을 말한다.
4. “감독자”란 건기법 제35조에 따라 발주청의 장이 임명한 자 및 건기법·주택법·건축법에 의해 건설공사의 감리업무를 수행하는 자를 말한다.
5. “자재”란 레미콘 또는 아스콘을 말한다.
6. “생산자”란 자재를 생산하여 건설공사 현장에 공급하는 자 및 이에 소속된 기술자를 말한다.
7. “수요자”란 자재를 공급받아 사용하는 건설업자 및 주택건설등록업자와 그에 소속된 품질관리자를 포함한다.
8. “공급원 승인권자”란 자재를 공급받아 사용하는 수요자가 신청한 자재 공급원 승인요청에 대하여 승인 권한을 갖는 발주청 또는 감독자를 말한다.
9. “혼화재”란 혼화재료 중 사용량이 비교적 많아서 그 자체의 부피가 콘크리트 등의 비비기 용적에 계산되는 재료를 말하며, 이 지침에서는 플라이애시 또는 고로슬래그 미분말을 말한다.
10. “고로슬래그 미분말”이란 고로슬래그를 냉각·건조·분쇄한 것 또는 이것들에 석고를 첨가한 것을 말한다.
11. “플라이애시”란 포졸란의 일종으로 미분탄을 연소하는 보일러의 연소가스로부터 집진기에서 채취되는 석탄재를 말한다.
12. “실리카폼”이란 전기로에서 금속규소나 규소 철을 생산하는 과정에서 부산물로 생성되는 대부분 무정형의 규소로 이루어져 있는 매우 미세한 포졸란계 재료를 말한다.
13. “다성분계 콘크리트”란 2종류 이상의 혼화재를 사용하여 제조한 콘크리트를 말한다.
14. “결합재”란 물과 반응하여 콘크리트 강도를 나타내는데 기여하는 물

질의 총칭으로 시멘트, 고로슬래그 미분말, 플라이애시 등을 함유하는 것을 말한다.

15. “치환율”이란 혼화재로서 사용하는 플라이애시, 고로슬래그 미분말의 질량을 결합재의 질량으로 나눈 값을 백분율로 표시 한 것을 말한다.

16. “단위결합재량”이란 콘크리트 1세제곱미터를 만들 때에 사용되는 결합재의 총량을 말한다.

17. “강열감량”이란 고로슬래그 미분말, 플라이애시에 강한 열을 가했을 때 질량의 손실량을 말하며, 플라이애시에 대해서는 미연탄소량의 척도로 사용할 수 있다.

3) 적용범위

이 지침은 「건설기술관리법 시행령」 제86조 제2항에 따른 건설공사에 사용되는 레디믹스트 콘크리트(이하 “레미콘”이라 한다) 및 포장용 가열 아스팔트 혼합물(이하 “아스콘”이라 한다)의 품질관리에 적용한다.

4) 부실공사 방지를 위한 성실의무

- ① 생산자는 부실공사를 방지하기 위하여 불량자재가 생산되지 않도록 품질관리를 하여야 하며, 발주청 등의 공장점검 등에 적극 협조하여야 한다.
- ② 수요자, 공급원 승인권자, 감독자는 불량자재가 반입되지 않도록 자재의 생산·공급 및 시공과정에 대하여 법령 등에서 정한 사항에 따라 성실하게 품질관리 업무를 이행하여 부실공사가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- ③ 발주청은 자재의 품질확보를 위하여 감독자, 생산자, 수요자 및 공급원 승인권자를 대상으로 년 1회 이상 품질관리 교육을 실시할 수 있다.

5) 자재공급원 승인 등

- ① 수요자가 자재를 공급받고자 하는 공장(이하 “자재공급원”이라 한다.)을 선정하고자 할 때는 공급원 승인권자에게 자재공급원 승인 요청을 하여야 한다.
- ② 공급원 승인권자는 다음 각 호에 따라 자재공급원 승인 여부를 결정하여야 한다.

1. 제6조에 따른 사전점검 실시대상인 경우에는 감독자가 보고한 점검표

의 내용을 검토·확인하여 적절한 품질관리가 가능한지 여부를 판단

2. 제6조에 따른 사전점검 실시대상이 아닌 경우에는 다음 각 목의 사항을 서면검토 후 적절한 품질관리가 가능한지 여부를 판단하고 필요한 경우에만 시험 또는 확인

가. KS규격 표시인증 공장여부 또는 적정 품질관리 가능 여부

나. 공장의 제조설비 및 기술인력, 시험장비 등 자재의 품질확보를 위해 필요한 사항

다. 현장까지의 운반거리 및 운반시간을 고려한 자재의 품질변화 가능성(초기경화 진행, 온도저하 등)

라. 사용 가능한 플랜트 믹서 및 운반차의 형식·용량·대수

마. 폐자재 재생설비 구비 또는 적정 처리계획 여부

바. 골재의 종류 및 규격별 품질시험 성적서 내용과 해당공사 시방규정과 부합여부

(1) 레미콘 : 밀도, 흡수율, 입도, 조립률, 0.08mm체 통과량, 입자모양 판정 실적율, 안정성, 알칼리골재반응, 염분함유량(NaCl), 마모감량 등

(2) 아스콘 : 밀도, 흡수율, 입도, 마모율, 안정성, 편장석율 등

사. 레미콘·아스콘 공장에서 생산자재별로 다음에서 정하는 사항에 대하여 항상 품질확인 등이 가능한 지 여부.

(1) 레미콘 : 공기량, 슬럼프, 염화물이온량(Cl⁻), 일일 현장배합설계 등

(2) 아스콘 : 안정도, 흐름값, 공극률, 포화도, 역청함유량, 입자피막정도, 혼합물온도, 골재간극률, 일일 현장배합설계 등

아. 골재는 공급규격 및 품질, 공급가능 물량 등을 확인하여 해당공사 시방규정에 적합한 골재를 계속 사용 가능한지 여부

③ 수요자로부터 자재공급원 승인신청을 받은 공급원 승인권자는 제2항에 따른 사항이 확인되면 특별한 사유가 없는 한 10일 이내에 승인 여부를 회신하고, 그 결과를 발주청에 보고하여야 한다.

④ 공급원 승인권자는 다음의 경우에는 공급원 승인을 거부하거나 취소할 수 있다.

1. 공장 정기점검을 정당한 사유 없이 거부할 때

2. 공장 점검시 지적사항을 정당한 이유없이 계속 시정하지 아니하여 불량 자재가 생산될 우려가 있을 때

3. 기타 불량자재가 생산될 우려가 있다고 보는 정당한 사유가 있을 때
- ⑤ 자재공급원 승인이 곤란한 경우에는 그 사유를 명확히 하여 수요자에게 알려주어야 한다.
- ⑥ 공급원 승인권자는 자재공급원 승인과 관련하여 제출받은 내용을 공장별로 기록·정리하고 모니터링하여 사후 자재공급원 승인업무 등에 활용할 수 있다.

6) 자재공급원의 사전점검

- ① 수요자는 레미콘 총 설계량이 1,000세제곱미터 이상이거나 아스콘의 총 설계량이 2,000톤 이상인 건설공사에 대하여 자재공급원 승인요청을 하려면 감독자와 합동으로 사전점검을 실시하고 그 결과를 공급원 승인권자에게 보고하여야 한다.
- ② 제1항에 따른 사전점검은 별지 제1호서식의 레미콘공장 사전점검표 또는 별지 제2호서식의 아스콘공장 사전점검표에 따라 실시한다.

7) 자재공급원의 정기점검

- ① 수요자는 발주청이 발주한 공사 중 레미콘 총 설계량이 3,000세제곱미터 이상이거나 아스콘 총 설계량이 5,000톤 이상인 건설공사에 대하여 자재공급원을 정기 점검하여야 한다. 다만, 발주청이 자재 사용량과 구조물의 중요 여부를 판단하여 정기점검이 불필요하다고 판단한 때에는 생략할 수 있다.
- ② 수요자는 자재공급원에 대하여 별지 제1호서식의 레미콘공장 정기점검표 또는 별지 제2호서식의 아스콘공장 정기점검표에 따라 반기별 1회(자재사용시기가 특정 반기에 집중되어 있는 경우 년 1회) 이상 정기점검을 실시하고 그 결과를 감독자에게 보고해야 한다.
- ③ 감독자는 제2항에 따라 보고받은 점검결과를 확인하여 발주청 및 공급원 승인권자에게 보고하여야 한다.
- ④ 발주청 또는 공급원 승인권자가 필요하다고 인정하는 때에는 제2항에 따른 정기점검 중 년 1회는 감독자 및 수요자가 합동으로 정기점검을 실시하게 할 수 있다.
- ⑤ 발주청 또는 공급원 승인권자는 점검결과를 공장별로 기록·정리하고 모

니터링하여 사후 자재공급원 승인 또는 공장 지도점검 업무에 활용할 수 있다.

⑥ 지방국토관리청장은 제3항에 따라 감독자가 보고한 정기점검 결과를 자재 공급원별로 정리하여 해당 반기가 끝나는 달의 다음달까지 별지 제7호 서식에 따라 국토해양부장관에게 보고하여야 한다.

8) 자재공급원의 특별점검

① 발주청 또는 공급원 승인권자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당되는 경우에 특별점검을 실시한다.

1. 수요자가 불량자재 공급 등으로 사회적 물의를 야기한 생산자로부터 자재를 공급받아야 하는 경우로서 발주청 또는 공급원 승인권자가 필요하다고 인정하는 경우

2. 공급원 승인권자가 감독자 또는 수요자로부터 생산자의 불량 자재 폐기 사실이 허위임을 통보받은 경우

3. 발주청이 자체공사에 대한 시공실태 점검결과 자재의 품질에 문제가 있다고 판단되는 등 특별점검이 필요하다고 인정되는 경우

② 발주청 또는 공급원 승인권자가 특별점검을 실시하는 경우에는 감독자, 수요자 등으로 점검반을 구성하여 운영한다.

③ 특별점검에 필요한 점검방법, 점검서식 등은 사전점검 및 정기점검을 준용할 수 있다.

9) 관급자재의 품질관리 등

발주청 또는 공급원 승인권자는 사용될 자재가 관급인 경우에는 이 지침에 준하여 정기점검 등 품질관리를 할 수 있으며, 다음 각 호의 어느 하나에 해당되는 경우 그 사유를 명시하여 조달청에 관급자재를 공급하는 생산자 변경 등 필요한 조치를 요청할 수 있다.

1. 제5조제4항 각 호의 어느 하나에 해당되는 때

2. 단 구간 또는 단일 구조물에 사용되는 자재가 다수의 생산자로부터 자재를 공급받아 향후 하자관계가 불분명해 질 우려가 있을 때

3. 가까운 곳에 생산자가 있음에도 장거리 생산자로부터 자재를 공급받는 경우로서 품질관리에 지장을 초래하는 경우

10) 자재공급원의 품질관리 확인

① 감독자 또는 수요자는 불량자재 생산을 방지하기 위하여 생산 전, 생산 또는 공급과정에서 다음 각 호의 사항을 확인할 수 있다.

1. 골재(잔골재, 굵은골재) 등 원자재에 대한 품질의 적합성 여부
(골재의 품질시험과 일일 현장배합설계 등에 대한 확인 포함)
2. 시방규정에 적합한 골재(품질, 공급규격 등)를 계속 사용 가능한지 여부
3. 품질시험·검사를 할 수 있는 시험장비의 비치 및 관련자격을 소지한 기술인력의 상주 여부

② 감독자 또는 수요자가 제1항에 의한 공장품질관리 확인을 실시하여 품질확보에 문제가 있다고 판단되는 경우에는 시정을 요구할 수 있으며, 생산자는 정당한 사유가 없는 한 이에 응하여야 한다.

③ 수요자는 생산자와 자재공급에 대한 계약을 하는 경우 공장품질관리 확인, 생산자 책임 및 의무 등 품질관리에 관한 제반사항을 자재공급계약서에 명시하여 분쟁이 발생되지 않도록 하여야 한다.

11) 시공 품질관리 시험·검사 등

① 레미콘 및 아스콘에 관한 다음 각 호의 사항에 대한 시험항목, 시험빈도(횟수) 및 방법 등에 관한 품질확인 방법은 건설공사 품질관리지침(국토해양부 고시), KS 기준, 「건설기술관리법」 제 34조에 따른 설계 및 시공 기준 등을 검토하여 작성한 해당공사 시방규정에 따른다.

1. 레미콘 : 슬럼프, 공기량, 염화물이온량(Cl-), 강도 등
2. 아스콘 : 온도, 마찰 안정도, 흐름값, 공극률, 포화도, 역청함유량, 추출입도, 포설두께, 밀도 등

② 생산자가 고로슬래그 미분말, 플라이애시 중 한 종류의 혼화재를 단위 결합재량 대비 10퍼센트를 초과 사용하여 레미콘을 제조하고자 하는 경우에는 별표 1에 따라 품질관리를 실시하여야 한다. 다만, 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 해당 건설공사의 수요자와 생산자가 협의하여 품질관리기준을 달리 할 수 있다.

1. 고로슬래그 미분말, 플라이애시 이외에 실리카폼 등의 혼화재를 사용하고자 하는 경우

2. 고로슬래그 시멘트, 플라이애시시멘트 등 혼합시멘트를 사용하고자 하는 경우
 3. 다성분계 콘크리트를 제조하고자 하는 경우
 4. 별표 1에서 규정한 혼화재 치환율의 범위 이외의 경우
 5. 콘크리트표준시방서에서 규정하는 일반콘크리트 이외의 프리스트레스트 콘크리트·매스콘크리트·경량골재콘크리트·해양콘크리트·수중콘크리트·프리플레이스콘크리트·샷크리트·철골철근콘크리트·포장콘크리트 등 특수콘크리트를 사용하고자 하는 경우
- ③ 감독자와 수요자는 자재가 현장에 반입되면 납품서의 다음 각 호의 사항을 확인 또는 기재하여야 한다.
1. 운반차 번호
 2. 생산·도착시각 및 타설완료시각
 3. 규격 및 용적
 4. 인수자
 5. 기타 지정사항 등
- ④ 감독자와 수요자는 자재가 공사현장에 반입되어 시공완료가 될 때까지 별지 제3호서식의 레미콘 시공품질관리 점검표 또는 별지 제4호서식의 아스콘 시공품질관리 점검표를 기록, 비치하여야 한다.
- ⑤ 제1항부터 제3항까지에 따른 현장반입 자재의 모든 시험은 수요자가 직접 실시하거나 건설기술관리법 제25조에 따른 품질검사전문기관에 의뢰하여 실시 하여야 하며, 현장 시험과정에는 감독자가 입회하여 시료 채취 위치를 결정하고 시험방법의 적정성을 확인하여야 한다.
- ⑥ 품질시험·검사성과는 별지 제5호 서식에 따른 품질시험·검사대장 서식에 따라 기록 및 관리하여야 한다.
- ⑦ 수요자는 하나의 구조물 또는 부위에 2개 이상의 공장에서 생산한 레미콘을 혼용하여 타설할 수 없다. 다만, 시공상세도에 따라 시공이음으로 경계가 구분되거나 레미콘 수급 부족으로 구획을 나누어 타설할 경우에는 감독자의 승인을 얻은 경우 예외로 한다.

12) 점검결과에 대한 조치

- ① 공급원 승인권자는 사전점검, 정기점검, 특별점검 및 자재공급원 품질

관리 확인과정에서 지적된 사항에 대하여 생산자로 하여금 시정토록 요구하여야 한다.

② 공급원 승인권자는 생산자가 제1항에 따라 요구된 시정사항을 이행하지 않는 경우 품질에 영향을 미치는 정도를 감안하여 자재공급원 승인거부, 자재공급 일시중단, 자재공급원 승인취소 등 적절한 조치를 취하여야 한다.

③ 공급원 승인권자는 제1항의 점검과정에서 지적된 내용이 KS표시인증 심사기준에 관련된 사항으로서 공급원 승인취소 사유에 해당되면 지식경제부 기술표준원에 통보하여야 한다.

13) 기록물 보관 등

① 감독자와 수요자는 자재의 시공과 관련된 다음 각 호의 서류를 건설공사 현장에 비치하고 발주청 또는 관계기관의 요구가 있는 경우 제출하여야 하며, 건설공사를 준공한 때는 감리전문회사 및 시공사가 이를 보관하여야 한다. 다만, 관계법령 및 계약내용 등에 서류의 비치 및 보관에 대하여 규정하고 있는 경우에는 그 내용에 따를 수 있다

1. 자재공급원 승인 관련 서류
2. 자재 시공품질관리 점검표
3. 자재 품질시험·검사대장

② 감독자와 수요자는 제1항 각 호의 서류를 책임감리현장참여자업무수행 지침서의 서류와 중복되는 경우 별도로 작성하지 아니할 수 있다.

③ 감독자와 수요자는 제1항의 서류가 건설공사 준공시 발주청에 인계할 문서의 목록에 포함할지 여부를 발주청과 협의하고 협의된 내용에 따라야 한다.

14) 불량 자재의 처리 등

① 감독자와 수요자는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 불량자재가 발생한 경우 즉시 반품하여야 한다.

1. Slump 측정결과 해당공사 시방기준에 벗어나는 경우
2. 공기량 측정결과 해당공사 시방기준에 벗어나는 경우
3. 염화물이온량(Cl-) 측정결과 해당공사 시방기준에 벗어나는 경우
4. 레미콘 생산 후 해당공사 시방기준에 규정된 시간을 경과하는 경우

- 5. 아스콘 온도측정 결과 해당공사 시방기준 온도에 미달될 경우
 - 6. 마셜 안정도 측정결과 해당공사 시방기준에 벗어나는 경우
 - 7. 역청함유량 및 추출입도 측정결과 해당공사 시방기준에 벗어나는 경우
 - 8. 재료 분리 등으로 사용이 불가능하다고 판단될 경우
 - 9. 기타 불량자재 사용으로 향후 하자발생이 예상되는 등 품질관리상 사용이 적정하지 않다고 판단될 경우
- ② 감독자와 수요자는 반품한 자재가 다른 현장에서 사용되지 않도록 별지 제6호 서식의 불량자재폐기 협약서를 생산자에게 징구하여 준공시까지 보관하여야 한다.
- ③ 생산자는 제2항의 규정에 의한 불량자재폐기 협약서를 제출한 경우에는 제출후 다음 각 호의 서류를 3년간 비치하고 불량자재가 유통되지 않도록 하여야 한다.
- 1. 불량자재폐기 확인 및 기록유지
 - 2. 불량자재의 발생원인 분석, 재발방지 대책 및 기록
- ④ 공급원 승인권자는 생산자가 제3항의 규정에 의한 불량자재폐기 협약서 내용을 이행하지 아니하여 민원 등 문제가 발생한 경우에는 지식경제부 기술표준원에 즉시 그 내용을 통보하여야 한다.
- ⑤ 불량자재가 사용되어 시공된 부위는 재시공함을 원칙으로 한다. 다만, 발주청의 승인을 받아 안전진단 등을 실시하고 구조물의 안전에 이상이 없다고 판명된 경우는 그 결과에 따를 수 있다.

15) 재검토기한

「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」(대통령훈령 제248호)에 따라 이 고시 발령 후의 법령이나 현실 여건의 변화 등을 검토하여 이 고시의 폐지, 개정 등의 조치를 하여야 하는 기한은 2015년 10월 31일까지로 한다.

3. 골재의 사용성 검토를 위한 시험

3.1 굵은 골재의 사용성 검토를 위한 시험

본 논문의 대상지는 A회사가 운영하는 울산B현장의 골재를 대상으로 하고, 현장에 분포 되어 있는 암석을 콘크리트용 골재로 사용할 목적으로 광물의 암석학적 특성, 물리적 및 화학적 특성, 골재에 들어있는 암석의 형태와 분포, 그리고 구성광물을 분석하여 콘크리트에 해로운 광물의 분포 여부를 조사하여 콘크리트용 골재로서의 적합성을 확인하는데 목적이 있다.

본 시험에서 암석분류 시험의 평가기준은 굵은 골재의 화학적 특성에 대한 시험인 안정성시험, 알칼리-실리카 골재반응시험(화학법)과 골재의 암석학적 특성인 구성광물의 분석 결과 등의 특성을 종합적으로 검토한 후 콘크리트용 골재로서의 적합성을 판단하였다. 그 결과는 다음과 같다.

3.1.1 안정성 시험

골재의 내구성은 안정성(Soundness)시험으로 평가하며, 기상작용에 대한 내구적인 콘크리트를 만들기 위해서는 물-시멘트 비, 공기량 등을 고려할 필요가 있으며, 동시에 내구성이 높은 골재를 사용할 필요가 있다.

가. 시험 방법

시험의 방법으로는 ASTM C 88 : 황산나트륨의 사용에 의한 골재의 건전성에 대한 2003 표준 시험 방법으로 하였다.

나. 시험 일반사항

시험의 조건은 황산나트륨(Na_2SO_4) 포화용액을 이용하여 온도 $21\pm1^\circ\text{C}$ 에 16~18시간 침지 시킨 후 온도 $110\pm5^\circ\text{C}$ 에서 2~4시간 건조

후 냉각 한다. 이 시험조건을 1Cycle로 하며, 이를 5Cycle 동안 반복한다.

다. 시험시료 조제 방법

이번 시험에 사용 되는 황산나트륨의 조제방법은 <표 3.1>과 같다.

<표 3.1> 황산나트륨 (Na_2SO_4) 포화용액 조제방법

구 분	당초	변경
물	1ℓ	증류수 (25~30°C)
Na_2SO_4	350g	純度 : 99.5°C
시험용액	온도 $21\pm 1^\circ\text{C}$ 에서 48시간 보존 후 사용	포화용액 비중:1.151~1.174
참고사항	조제된 황산나트륨 (Na_2SO_4) 포화용액은 10회 이상 반복 사용해서는 안된다.	

라. 굵은 골재의 시료량 결정법

안정성 시험을 위한 굵은 골재의 시료량 결정 방법은 아래 <표3.2>를
참고 하여 결정한다.

<표 3.2> 안정성 시험의 굵은 골재 시료량 결정법

규 격	질량(g)
9.5mm ~ 4.75mm	300 ± 5
19.0mm ~ 9.5mm	1000 ± 10
- 12.5mm ~ 9.5mm	330 ± 5
- 19.0mm ~ 12.5mm	670 ± 10
37.5mm ~ 19.0mm	1500 ± 50
- 25.0mm ~ 19.0mm	500 ± 30
- 37.5mm ~ 25.0mm	1000 ± 50
63mm ~ 37.5mm	5000 ± 300
- 50.0mm ~ 37.5mm	2000±200
- 63.0mm ~ 50.0mm	3000±300

5) 시험 결과

본 논문에 사용한 현장 생산 굵은 골재의 안정성 시험결과는 다음 표 <3.3>과 같다

<표 3.3> 안정성 시험 결과

구분	기준치	안정성시험 (5회시험 손실량%)	비 고
굵은 골재	10%이하	2.7%	황산나트륨

3.1.2 알칼리-실리카 골재반응(화학법) 시험

알칼리-실리카 골재반응(Potential Alkali-Reactivity)이란, 시멘트 속에 함유 되어 있는 알칼리 성분(Na_2O , K_2O)과 골재 속의 어떤 종류의 성분과 화학 반응을 일으켜 콘크리트에 유해한 팽창을 일으키는 현상을 말한다.

알칼리 골재 반응은 주 성분인 SiO_2 를 가진 암석이 알칼리와 반응하는 알칼리-실리카 골재반응(Alkali-Silica Reactivity)과 주성분이 CO_2 를 가진 암석과 반응 하는 알칼리-탄산염반응(Alkali-Carbonate Reactivity)으로 크게 구별 한다. 본 시험은 알칼리-실리카 골재반응(화학법)에 대해서 시험을 실시 하였고, 알칼리골재 반응성을 평가하는데 목적을 두었다. 골재와 암석은 각 암질의 명칭이 같아도 성분조직이 복잡다종 하여서 단지 암석 명칭으로는 반응성 골재 인지 아닌지 구별이 어렵다.

가. 시험 방법

실험의 방법으로는 ASTM C 289 : 알칼리-실리카 골재반응(화학법) 에 대한 2003 표준 시험 방법 으로 하였다.

나. 시험 일반사항

알칼리농도 감소량, 용해 실리카의 시험시료는 굵은 골재를 (NO.50)체로 체가름 하여, 시험 시료를 $25.0 \pm 0.05\text{g}$ 을 3회 채취 하여 반응 용기 내에

투입 하고, 1N 수산화 나트륨 용액 (NaOH:1.000±0.010N)에 온도 80±1°C, 24±1/4h를 반응시킨 다음 발생한 반응량(여과액)을 시험시료용액으로 사용 한다. 알칼리 농도 감소량(Rc)은 산출공식에 따라 계산한다.

$$Rc = \frac{20 \times 0.05 \times F}{V1} \times (V3 - V2) \times 1000$$

여기에서 Rc : 알칼리농도 감소량 (mmol/L)

V1 : 회석시료 분취량(mL)

V2 : 회석시료 용액의 적정에 소비된 0.05N-HCl 량(mL)

V3 : 바탕시험에 소비된 0.05N-HCl량(mL)

F : 0.05N-HCl 량(mL)의 Factor

다. 정량분석

용해 실리카에 대한 시험은 알칼리농도 감소량에서 여과된 액을 염산 HCl(1.19Kg/L)로 조절한 후, I.C.P (Inductively Coupled Plasma, LAB TAM 8440, Australia)기기로 직접 분석한다. 그 결과는 <표 3.4>과 같다.

<표 3.4> I.C.P 분석에 의한 굵은 골재의 정량분석 결과

구분	단위	SiO ₂	Ig Loss	Al ₂ O ₃	MgO	BaO	Fe ₂ O ₃
굵은 골재	wt %	69.2	1.02	14.6	1.19	0.05	3.83

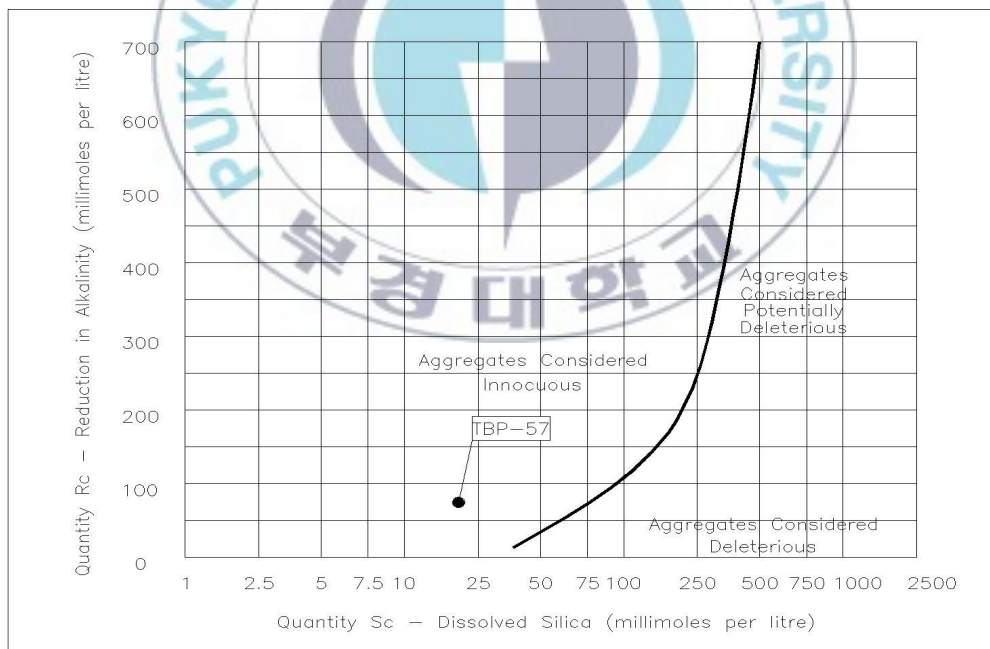
구분	단위	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅
굵은 골재	wt %	2.35	3.80	2.49	0.10	0.51	0.11

라. XRD 회절분석 및 결과

굵은 골재를 분쇄한 후 XRD(X-Ray Diffractometry) 회절분석 하였다.
그 결과는 <표 3.5>, <그림 3.1>과 같다.

<표 3.5> 알칼리-실리카 골재반응 결과표

구 분	알칼리-실리카 골재반응 시험		판 정	비 고
	알칼리농도 감소량	용해실리카		
굵은 골재	74.3	20.7	무해한 골재	-



<그림 3.1> 화학법에 의한 굵은 골재 유해·무해 판정도

3.1.3 암석분류시험

암석분류(Petrographic Examination)시험은 콘크리트용 골재로 사용할 목적으로 골재를 채취(시추)하여 광물의 암석학적 특성을 물리적, 화학적 방법으로 분석하여 콘크리트용 골재로서의 적합성을 판단하는 기초자료로 제공하는데 목적이 있다.

가. 시험 방법

시험의 방법으로는 ASTM C 295 : 암석분류 시험법 2003 표준 시험 방법으로 하였다.

나. 시험 일반사항

암석학적 분석은 편광 현미경을 이용하여 구성광물, 조직, 구조 등을 감 정하고 Swift Automatic Point Counter를 이용한 모달분석(Modal Analysis, Volume %)을 통하여 구성광물의 조성비를 산출하고, 굵은 골재 시료의 계수된 입자 수는 3개로 하여 오차한계를 최소화하였다. 그리고 굵은 골재의 암석분류를 위한 박편 제작시편은 한쪽면을 매끄럽게 연마한 후 아랄다이트를 사용하여 슬라이드 글라스에 고르게 살포하여 동일한 방법으로 슬라이드에 접착 시킨다. 각각의 시편은 박편 두께가 0.03mm가 될 때 까지 연마한다. 완성된 박편은 표면을 보호하고 빛의 투과능력을 향상시키기 위하여 발삼(굴절률:1.537)을 접착제로 하여 커버글라스(두께0.12mm)를 덮어 보관한다.

다. 시험 기기

암석 절단용 톱 : 350mm 다이아몬드 날 (자동식)

수평 연마기 : D 400mm

광택기 : D 300mm

확대경 : 비 부식성

캐나다 발삼(Balsam) : 중성 자일렌 (Xylene)

연마재 : 알루미나 파우더 M-305

기타

라. 굵은 골재의 입도 분석

시험에 사용된 굵은 골재의 입도 분포도는 다음 <표 3.6>과 같다

<표 3.6> 굵은 골재의 통과 백분율과 조립율

구 분	25.0mm	19.0mm	9.5mm	4.75mm	2.36mm
통과 백분율(%)	100	98	32	2	1
조립율(-)	6.68				

마. 굵은 골재 암석분류의 모달 분석

골재의 구성광물과 모달 분석 (Vol.%)의 주구성 광물 결과는 <표 3.7>과 같다.

<표 3.7> 주구성 광물별 모달분석(Vol.%)

No.	Qz	Fd	Pl	Bt	Mu	Hd	To	Ap	Zi	Cc	Ch	Ep	Cl	Li	Oqp
S1	64	33	-	3	tr	tr	-	-	-	tr	tr	-	tr	tr	tr
S2	57	38	-	4	tr	tr	-	-	-	tr	tr	-	tr	tr	1
S3	35	53	-	5	2	3	-	-	-	tr	tr	-	tr	tr	2

구 분	주구성 광물비율	부성분광물+ 불투명 광물비율	주구성 광물
S1	99%	1%	석영,장석,흑운모
S2	98%	2%	석영,장석,흑운모
S3	92%	8%	석영,장석,흑운모
평 균	96%	4%	석영,장석,흑운모

3.1.4 암석분류 종합 판정 및 결과

시험의 결과를 분석하면 굵은 골재의 품질은 굵은 골재의 재료로 적합하며 안정성시험 (5회)에 대한 결과는 화학적 저항성을 가지고 있으며, 알칼리 실리카 잠재 반응 시험(화학법)의 결과에서도 모두 무해한 골재로 나타났다. 그리고 굵은 골재의 암석분류를 위한 광물학적 분석 결과, 굵은 골재의 주 구성광물은 석영, 장석류 혹은모가 대부분이며, 부성분 광물로는 각섬석(Amphibole), 녹니석(Chlorite), 그리고 불투명광물(Other Opaque Minerals)들이 소량 또는 미량 산출되었다. 분석결과 암종은 역암(Conglomerate)으로 사료 된다. 종합 판정표는 다음 <표 3.8>와 같다

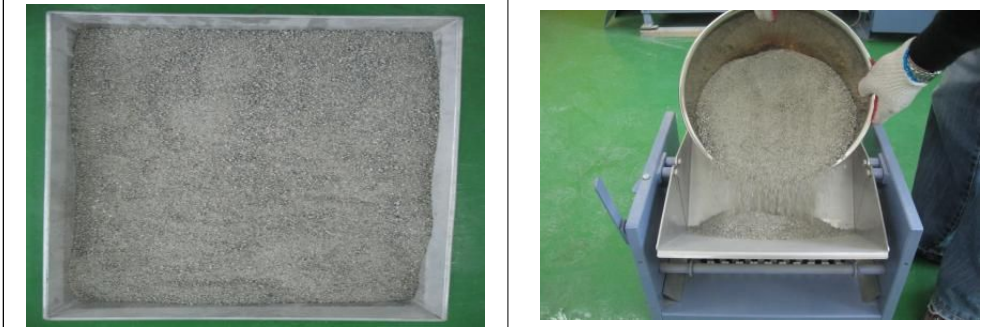
<표 3.8> 암석분류시험 종합 판정표

구분	안정성시험		알칼리-실리카 잠재반응 (화학법)			암석분류시험		
	기준	결과	알칼리농 도감소량	용해 실리카	판정	주구성 광물 비율	부성분 광물비율	판정
굵은 골재	10% 이하	2.7%	74.3	20.7	무해한 골재	96%	4%	역암
	적 합							

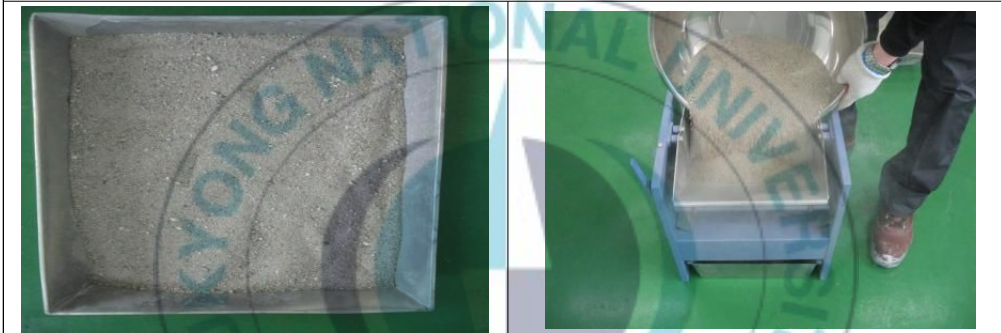
3.2 부순모래 사용성 검토를 위한 시험

- 본 현장은 당초 강 모래(<사진 3.1>)를 사용 하도록 설계 되었으나 향후 강모래의 수급의 어려움이 예상 되었고, 현장 골재 크러셔의 설치 시 부순모래(<사진 3.1>,<사진3.2>)의 생산이 가능하게 되며, 강 모래에서 부순 모래로 대체 하기 위하여 현장에 규정된(모래성분시험) 항목에 대해 시험을 실시한 결과는 다음<표 3.9>와 같다.

부 순 모 래



강릉 월호 평동 모래 (자연사)



<사진 3.1> 부순모래 / 자연사 비교

본 현장 부순모래



<사진 3.2> 부순모래

<표 3.9> 자연사, 부순모래 시험 결과

시험 항목	품질 기준	자연사	부순모래	비 고
입 도	입도곡선 범위안	범위안	범위안	ASTM C 136
조립율	2.3 ~ 3.1	2.69	2.84	ASTM C 136
0.08mm체 통과량	3.0 % 이하	1.2 %	1.4 %	ASTM C 117
유기불순물	3 이하	1	2	ASTM C 40
점토덩어리	3.0 % 이하	0.4 %	0.4 %	ASTM C 142
경량편	5.0 % 이하	0.6 %	0.5 %	ASTM C 123
염화물량	시멘트중량의 0.15% (1,500ppm) 이하	975 ppm (모래83ppm)	1,120 ppm (모래148ppm)	ASTM D 1411
안정성	10 % 이하	1.9 %	2.4 %	ASTM C 88
알칼리골재반응시험 (모르타르 봉 방법)	3개월 0.05% 이하 6개월 0.1% 이하	3개월0.025% 6개월0.036%	3개월0.013% 6개월0.029%	ASTM C 227
알칼리골재반응시험 (화학적 방법)	무해한 골재	무해한 골재	무해한 골재	ASTM C 289
절대건조밀도	2.50 이상	2.57	2.60	KS F 2527
흡수율	3.0 % 이하	1.04 %	0.75 %	"
입형판정실적율	53 % 이상	58.4 %	57.2 %	"

사용성 검토를 위한 시험 결과, 화강암인 모암의 강도 및 특성이 우수하였다. 또한 부순모래 생산 시 각형 개선을 위한 마모기 (Impact Crusher) 및 미립분 제거를 위한 Sand Unit 도입으로 품질이 크게 향상되었고 부순모래의 품질 시험 결과는 적합한 것으로 나타났다. 이들 시험 결과를 분석하여 정리하면 다음과 같다.

1) 조립율 시험

-자연사 2.69, 부순모래 2.84로 모두 품질기준 2.3~3.1 사이에 있으며, 부순모래의 큰 입자비율이 커서 조립율이 약간 크다.

2) 0.08mm체 통과량 시험

-자연사 1.2%, 부순모래 1.4% 큰 차이가 없고 품질기준 3%미만 이다.

3) 유기불순물 시험

-자연사가 오랜기간 세척되어 더 옅은 색인 1이고 부순모래가 2이지만 품질기준 3이하를 만족하고 있다.(유기불순물 색도기준)

4) 점토덩어리 시험

-자연 0.7%, 부순모래 0.3%로 품질기준 3%에 크게 밀들며, 부순모래의 경우 세척을 잘 한 결과로 판단된다.

5) 경량편 함유량 시험

-자연사 0.6%, 부순모래 0.5%로 품질기준 5%를 크게 밀들며, 부순모래에서 우려되어 왔던 납작/세장한 것이 많이 개선된 결과로 판단된다.

6) 흡수율 시험

-자연사 1.04%, 부순모래 0.75%로 품질기준 3%에 크게 밀들며, 부순모래에서 단단한 입자비율이 커 흡수율이 작은 것으로 추정된다.

7) 단위중량 시험

-자연사 평균 2.58ton/m³, 부순모래 평균 2.63ton/m³으로 비교적 큰 입자비율이 많고 조립율이 커서 부순모래의 단위중량이 약간 크다.

8) 함수량 시험

-자연사 3.2%, 부순모래 6.0%로 부순모래의 경우 야적장 면적이 협소하여 단기 야적 후 사용됨으로 건조될 시간이 상대적으로 짧은 결과이다.

9) 모래당량 시험

- 자연사는 약 92%, 부순모래는 약 93%로 대동소이하고 품질기준 75% 이상을 모두 만족하고 있다.

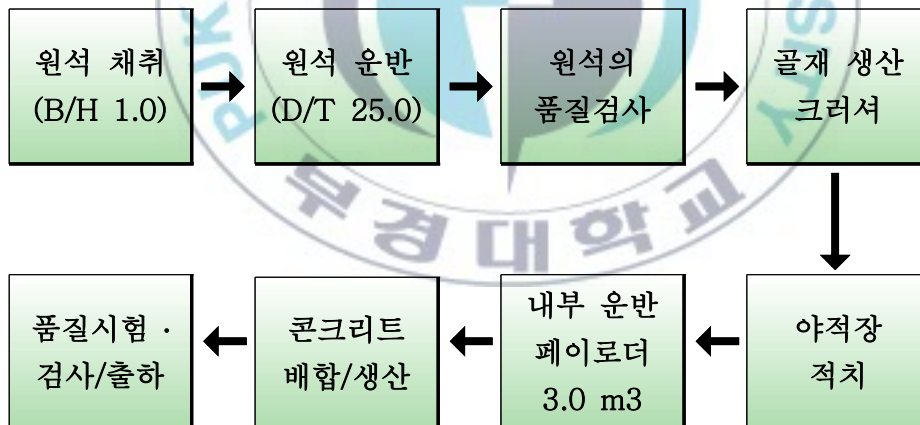
4. 자료의 수집

4.1 자료수집

본 자료의 수집은 A회사가 운영하고 있는 울산 B현장의 각종 자료들을 수집 하였다. 현장 골재의 생산 비용과 현장 생산 레미콘 비용은 설계 단가이고 외부에서 구입하는 단가는 중합물가정보(2013년 4월)를 구입단가로 하였다.

4.2 현장레미콘 배치플랜트의 운용 흐름도

현장레미콘 배치플랜트를 가동하여 레미콘 생산 시 흐름도는 <그림 4.1>과 같다. 여기서 B/H1.0은 상차장비를 의미 하고, D/T 25.0은 운반 장비를 의미 한다.



<그림 4.1> 레미콘 생산 흐름도

또한 장비 및 인력의 운용 흐름도는 <사진4.1>과 같다.



① 원석채취



② 운반



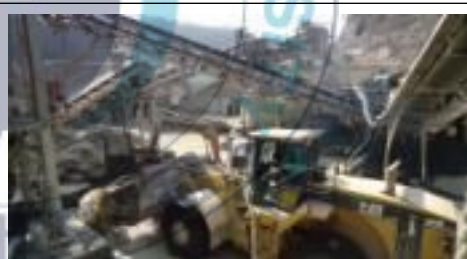
③ 검사



④ 생산



⑤ 야적장 운반



⑥ 골재 투입



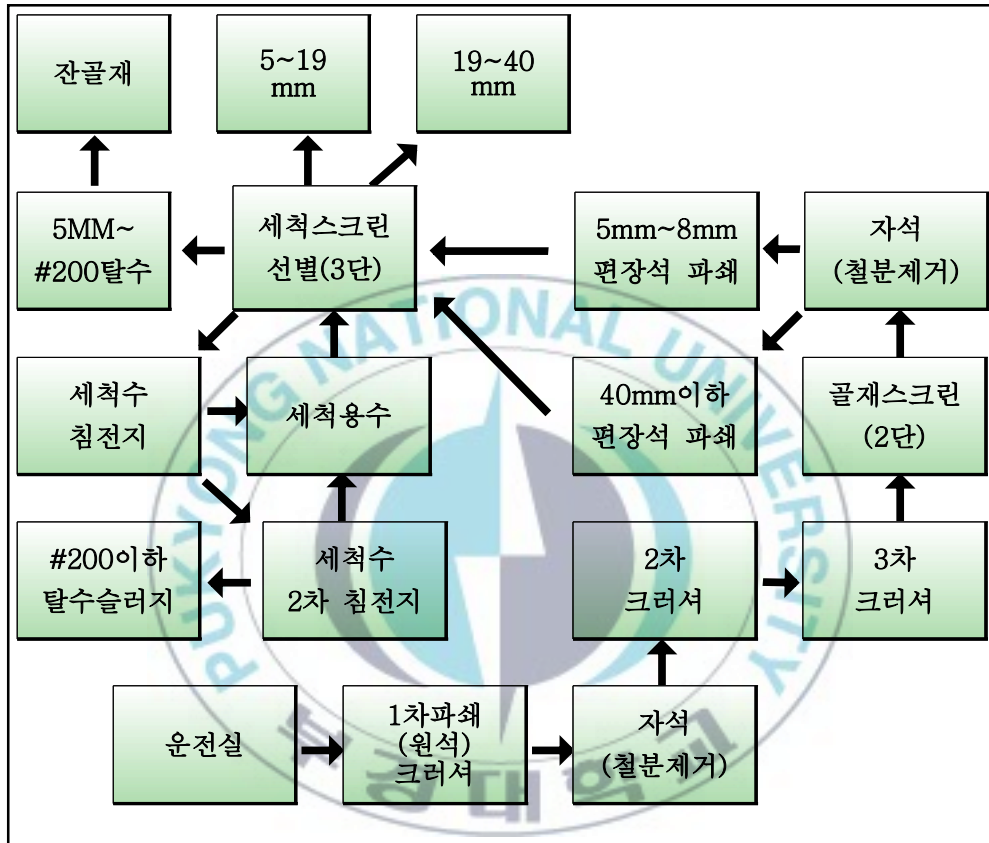
⑦ 레미콘 생산



⑧ 품질검사

<사진 4.1> 장비 및 인력의 운용 흐름도

크러셔 가동시 생산 골재에는 잔골재, 굵은 골재가 있으며, 그 생산가공 흐름도 는 <그림 4.2>와 같다



<그림 4.2> 잔골재, 굵은 골재 생산가공 흐름도

4.3 현장레미콘의 생산 비용

종합물가정보(2013년 4월)를 이용하여 구한 반입 골재 및 레미콘의 비용과 <그림 4.2>와 같은 흐름도로 생산된 골재를 사용한 현장레미콘의 비용을 비교해 보면 다음과 같다.

4.3.1 외부 골재 반입 비용

골재의 지역별 반입 단가는 종합물가정보(2013년 4월)를 기준으로 적용하면 다음 <표 4.1>과 같다.

<표 4.1> 규격별, 지역별 골재 반입 단가

구 분	수량	울산	부산	서울	대전	원주
25mm	1 m³	15,000	16,000	21,000	16,000	-
40mm	1 m³	15,000	16,000	22,000	15,000	-
혼합골재	1 m³	14,000	15,000	16,500	13,000	-
자연사	1 m³	23,000	24,000	24,000	22,000	-

4.3.2 일반 레미콘 규격별, 지역별 반입 비용

레미콘 규격별, 지역별 반입 단가는 종합물가정보(2013년 4월)를 기준으로 적용 하면 다음 <표 4.2>과 같다.

<표 4.2> 규격별, 지역별 레미콘 반입 단가

구 분	수량	울산	부산	서울	대전	원주
25-14-12	1 m³	57,400	55,320	-	55,620	-
25-18-12	1 m³	62,280	59,070	54,490	58,250	69,570
25-21-8	1 m³	63,240	60,980	57,370	57,670	70,380
25-27-12	1 m³	71,100	67,720	64,390	68,900	78,910
25-35-12	1 m³	88,720	76,800	70,210	72,740	91,500

4.3.3 현장 골재 생산 시 플랜트 가동 비용

현장 골재 생산 시 1HR 플랜트 가동 비용은 <표 4.3>과 같다.

<표 4.3> 현장 골재 생산 시 1HR 플랜트 가동 비용

공 종 명	규 격	수 량	단 위	노 무 비		재료+경비		합 계	
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액
운전원		0.179	인	86,771.0	15,532.0			86,771.0	15,532.0
운전조수		0.348	인	52,471.0	18,259.0			52,471.0	18,259.0
세척스크린	3단, 2SET	1.0	HR			41,308.0	41,308.0	41,308.0	41,308.0
샌드	MVSI - 4400, 1SET	1.0	HR			37,267.0	37,267.0	37,267.0	37,267.0
샌드유니트	MS 600*200	1.0	HR			23,244.0	23,244.0	23,244.0	23,244.0
물탱크 및 펌프		1.0	HR			2,924.0	2,924.0	2,924.0	2,924.0
DECANTER	MDR 15*60	1.0	HR			5,780.0	5,780.0	5,780.0	5,780.0
슬러지 탱크		1.0	HR			2,516.0	2,516.0	2,516.0	2,516.0
FILTER PRESS ASSY		1.0	HR			55,709.0	55,709.0	55,709.0	55,709.0
약품(침강제) 공급장치	MDC 2000A	1.0	HR			3,323.0	3,323.0	3,323.0	3,323.0
벨트콘	B-8, 120W * 11M	1.0	HR			3,385.0	3,385.0	3,385.0	3,385.0
벨트콘	B-9, 120W * 32M	1.0	HR			9,930.0	9,930.0	9,930.0	9,930.0
벨트콘	B-10, 90W * 15M	1.0	HR			4,288.0	4,288.0	4,288.0	4,288.0
벨트콘	B-13, 90W * 32M	1.0	HR			9,028.0	9,028.0	9,028.0	9,028.0
벨트콘	B-14, 90W * 11M	1.0	HR			3,159.0	3,159.0	3,159.0	3,159.0
계					33,791.0		201,861.0		235,652.0

4.3.4 현장 생산 골재 규격별 비용

현장에서 골재 생산 시 1m³당 규격별 생산 비용은 <표 4.4>와 같다.

<표 4.4> 규격별 현장 골재 생산 비용

규격	공종명	수 량	단위	재 료 비		노 무 비		경 비		합 계	
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액
25MM	쇄석 골재	1	M3	2,282	2,282	2,003	2,003	2,011	2,011	6,296	6,296
	크러셔	0.01	HR		-	33,791	337	201,861	2,018	235,652	2,355
	계	1	M3		2,282		2,340		4,029		8,651
40MM	쇄석 골재	1	M3	2,282	2,282	2,003	2,003	2,011	2,011	6,296	6,296
	크러셔	0.01	HR		-	33,791	337	201,861	2,018	235,652	2,355
	계	1	M3		2,282		2,340		4,029		8,651
부순 모래	모래	1	M3	2,282	2,282	2,003	2,003	2,011	2,011	6,296	6,296
	크러셔	0.06	HR		-	33,791	2,027	201,861	12111	235,652	14,138
	계	1	M3		2,282		4,030		14,122		20,434

4.3.5 현장 생산 레미콘 비용

현장 레미콘 생산시 25-27-12 규격 기준으로 1m³ 생산단가는<표 4.5>과 같다. 여기서 AEA는 AE제 이고, WRA는 감수제 이다.

<표 4.5> 현장 생산 레미콘 단가 (25-27-12)

공 종 명	규 격	수 량	단 위	재 료 비		노 무 비		경 비		합 계	
				단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액	단 가	금 액
시멘트		0.19	TON	88,110	16,740					88,110	16,740
혼화제	AEA	0.004	KG	2,500	10					2,500	10
혼화제	WRA	1.650	KG	1,200	1,980					1,200	1,980
FLY ASH		0.045	TON	25,000	1,125					25,000	1,125
강모래 (60%)	부산	0.253	M3	23,000	5,819					23,000	5,819
부순모래 (40%)	5mm	0.168	M3	2,282	383	4,030	677	14,122	2,372	20,434	3,432
쇄석골재	25mm	0.263	M3	2,282	600	2,340	615	4,029	1,059	8,651	2,274
쇄석골재	40mm	0.263	M3	2,282	600	2,340	615	4,029	1,059	8,651	2,274
BATCH PLANT	B/P	0.0107	HR	143,328	1,533	164,119	1,756	26,407	2,825	333,854	6,114
계					28,790		3,663		7,315		39,768

4.3.6 현장 설계 소요량

A회사에서 운용 하고 있는 울산 B현장의 레미콘, 보조기층, 조경골재 포설 용 및 되메우기 소요량은 <표4.6>과 같다.

<표 4.6> 울산 B현장의 레미콘, 보조기층, 조경골재 및 되메우기 소요량

구 분	규 격	수 량(M3)
레미콘	25-27-12	190,000
보조기층	혼합골재	350,000
조경골재 포설	40MM~25MM	10,000
되메우기	부순모래	195,000

5. 결과 및 고찰

본 논문의 대상지인 A회사가 운영하는 울산 B현장에서 발생하는 원석을 현장에서 크리셔를 가동하여 레미콘용으로 25mm, 40mm 및 부순모래를 생산하여 충당한다. 레미콘에 사용하고 남는 골재는 혼합골재로 생산하여 보조기층, 조정골재, 되메우기용으로 사용한다. 이 경우 일련의 현장 시스템에 의한 생산 단가와 외부에서 구입시의 단가를 비교하여 현장 생산시의 경제적인 효과를 비교 검토 한다.

5.1 레미콘 생산 시설의 운용

B현장의 레미콘 규격 25-27-12의 타설 계획 총 수량은 190,000m³이며 이를 현장에서 생산한 레미콘으로 대체할 경우 경제적 기대 효과는 다음과 같다.

<표 5.1> 레미콘 금액 비교

구 분	현장 레미콘 생산시			외부 구입시		차액(원)
	수량 (m ³)	단가 (원)	금액(원)	단가 (원)	금액(원)	
25-27-12	1	39,768		71,100		31,332
설계수량	190,000		7,555,920,000		13,509,000,000	5,953,080,000

현장에서 발생하는 원석으로 골재를 생산하여 레미콘 용으로 활용 시 단가는 대략 31,332원^{m³} 차이가 났으며, 총 공사 금액에서는 59억 5,308만원 을 절약할 수 있었다.

5.2 골재 생산 시설의 운용

5.2.1 보조기층

B현장의 보조기층 설계 총 수량은 350,000m³이며 이를 현장에서 생산한 혼합골재를 이용 하여 보조기층 용으로 활용 시 경제적 기대효과는 다음과 같다.

<표 5.2> 보조기층 금액 비교

구 분	크러셔 운용시			외부 구입시		차액(원)
	수량 (㎡)	단가 (원)	금액(원)	단가 (원)	금액(원)	
보조기층	1	8,651		14,000		5,349
설계수량	350,000		3,027,850,000		4,900,000,000	1,872,150,000

현장에서 골재를 생산하여 보조기층 용으로 활용 시 와 외부에서 혼합골재를 구입하여 보조기층 용으로 활용 시 그 금액을 비교할 때 단가는 5,349원^m 차이가 났으며, 전체 금액은 18억 7,215만원 절약할 수 있었다.

5.2.2 조경골재

B현장의 조경용 골재포설 설계 총 수량은 10,000m³이며 이를 현장 에서 레미콘용으로 생산한 여분의 골재를 이용 하여 조경용 골재 포설에 활용시 경제적 기대효과는 다음과 같다.

<표 5.3> 조경골재 금액 비교

구 분	크러셔 운용시			외부 구입시		차액(원)
	수량 (㎡)	단가 (원)	금액(원)	단가 (원)	금액(원)	
조경골재	1	8,651		15,000		6,349
설계수량	10,000		86,510,000		150,000,000	63,490,000

현장에서 레미콘용으로 생산한 골재를 레미콘용으로 사용하고 남는 여분의 골재를 조경용 포설골재로 활용 시 단가는 대략 6,349원^m 차이가 났으며, 전체금액에서는 약 6,349만원 정도를 절약 할 수 있었다.

5.2.3 되메우기

B현장의 강모래 되메우기 설계 총 수량은 195,000m³이며 이를 현장 생산한 레미콘용 부순모래중 레미콘용으로 사용하고 남은 여분의 부순모래를 되메우기용으로 활용시 경제적 기대효과는 다음과 같다.

<표 5.4> 되메우기 금액 비교

구 분	크러셔 운용시			외부 구입시		차액(원)
	수량 (m³)	단가 (원)	금액(원)	단가 (원)	금액(원)	
보조기층	1	20,434		23,000		2,566
설계수량	195,000		3,984,630,000		4,485,000,000	500,370,000

B현장의 강모래 되메우기를 크러셔를 운용하여 부순모래를 생산 되메우기 시 단가에서는 대략 2,566원/m³ 차이가 났으나, 전체 금액에서는 5억 37만 원을 절약할 수 있었다.

5.3 고찰

본 논문의 대상지인 A회사가 운영하는 B현장에서 발생하는 원석을 크러셔를 운용하여 각종 골재를 생산한다. 생산된 골재 중 현장 레미콘용으로 사용하고 남은 골재는 보조기층용, 조경골재 포설용, 되메우기용으로 활용시 경제적인 기대 효과는 다음과 같다.

<표 5.4> 되메우기 금액 비교

구 분		설계수량	단가차액	공사차액
레미콘 생산시설 운용		190,000	31,332	5,953,080,000
골재 생산 시설 운용	보조기층	350,000	5,349	1,872,150,000
	조경골재 포설	10,000	6,349	63,490,000
	되메우기	195,000	2,566	500,370,000
계				8,389,090,000

제6장 결론

본 논문은 A회사가 운영하는 울산 B현장에서 발생하는 원석을 활용하기 위하여, 먼저 크러셔를 운용하여 각종 골재를 생산하고, 다음으로 현장 레미콘 배치 플랜트를 운용하여 각 공사에 레미콘을 공급하며, 끝으로 여분의 골재를 보조기층용 조정골재 포설용, 되메우기용으로 활용 하였을 때의 경제적인 효과를 검토 하였다. 더욱이 본 연구에서 미처 검토되지 않은 효과까지 합치면 그 효과는 아주 크다 하겠다.

상기한 연구를 통하여 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 현장 시공과정에서 발생하는 원석을 외부반출 또는 매립용으로 사용하지 않고, 크러셔를 운용하여 각종 골재를 생산함으로써 발생자재의 재활용 차원에서 아주 유익한 현장 운영이라 하겠다.
2. 현장 레미콘 배치플랜트를 운용하여 현장에서 레미콘을 생산하여 각종 사업장에 공급하므로써 현장골재의 유용효과, 공기단축효과, 품질보증효과, 시공비용 절약효과 등을 기대할 수 있었다.
3. 시공비용 절약 효과는 A회사가 운영하는 울산 B 현장에서 레미콘 생산 시설 운용에 의해 59억 5308만원, 골재 생산시설 운용에 의해 24억 3601만원의 공사비를 절약할 수 있었다.
4. 본 연구는 지정된 현장에서 한하를 연구로 범용성이 떨어진다. 현장에 따라 발생자재의 수량, 품질 등이 각각 다를 수 있으므로 앞으로 더욱 일반화할 수 있는 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 지식경제부고시(제2008-211호), “현장배치플랜트 설치 및 관리에 관한 지침”
2. 국토해양부고시(제2008-778호), “현장배치플랜트 설치 및 관리에 관한 지침”
3. 국토해양부고시(제2012-761호), “레미콘·아스콘 품질관리 지침”
4. 전쌍순외 3명, 2002, "쇄석 골재의 광물학적 및 화학적 특성과 알칼리-실리카 반응성", 학술저널
5. 정지곤, 2001, "콘크리트용 골재의 화학적 안정성 시험에 관한 규정 (ASTM C 227, C 289, C 295)의 검토", 대한지질공학회 학술 발표자료
6. 유승엽외 4명, 2005, "국내에서 생산된 부순모래의 물리적 성질과 입자 특성에 관한 연구", 대한건축학회지회연합회 학술발표대회논문집
7. 이정록, 2009, “부순모래의 현장 적용성 및 혼합 입도에 관한 연구”, 한양 대학교 공학 대학원 석사학위 논문
8. 한국 전자재 시험 연구원, 1995, “레미콘 기술교육”
9. Sidney M,J·Francis Young and David Darwin, 2003, “Concrete Prentice Hall”, NJ.

감사의 글

논문을 마치고 ‘감사의 글’을 접하고 보니 지난 대학원 생활이 주마등처럼 지나갑니다. 회사와 학교, 두 마리의 토끼를 놓치지 않으려고 무던히도 발버둥 쳤던 제 모습과 그 모습에 격려와 조언을 아끼지 않으셨던 많은 분들이 계십니다. 이렇게 좁은 지면에서나마 감사의 마음을 전하고자 합니다.

먼저, 논문의 진행과 정리 과정 전반에 걸쳐 지도를 해주신 김명식 교수님께 머리 숙여 감사를 드립니다. 또한, 바쁘신 일정 속에서도 심사까지 꼼꼼하게 지도해주신 장희석 교수님, 이환우 교수님께 깊이 감사드립니다.

그리고 부족한 저에게 아낌없는 조언과 가르침을 주신 이영대 교수님, 이동욱 교수님, 국승규 교수님, 이종섭 교수님, 정두희 교수님, 정진호 교수님, 이상호 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

현장에 소속되어 바쁘게 근무 하면서도 제가 공부 할 시간을 확보할 수 있었던 것은 저희 두산중공업 토목부 윤상훈 부장님, 권기인 차장님, 정운환 차장님, 박현배 대리님이 계셨기 때문에 가능 할 수 있었습니다.

아울러, 논문이 완성되는 과정과 저의 대학원 생활에 활기를 불어넣어 준 나의 친구 최진용, 우진기 실장님 에게 큰 고마움을 전하며, 언제나 저의 곁에서 용기와 희망을 준 변주환 과장님, 김정용 선생님, 주태현 사장님, 김성복 상무님, 이윤미 누나, 원경식 형님께도 깊은 감사의 뜻을 전합니다.

지면으로 통해서 일일이 언급을 하지 못했지만 저를 아끼고 사랑해주신 모든 분들께 다시 한번 진심으로 감사하다는 말씀을 드립니다.

논문 계획서 발표부터 결과 까지 이 모든 과정을 평생 잊지 못할 것 같습니다. 이것이 끝이 아니라, 이제 시작입니다. 배움을 토대로 더 성장하며 살아가겠습니다.

마지막으로 부족한 저를 위해 믿음과 사랑으로 보살펴 주신 아버지, 어머니, 형에게 진심어린 고마움을 전하며, 이 논문을 바칩니다.

2013년 12월 감사의 마음으로 한해를 접으며,

최현준 올림