

## 『국제세미나』의 성과와 향후 방향

한양대학교 건축학부 교수 신성우

### 1. 개요

지난 2003년 1월 15일 건설회관에서 대한건축학회 주최로 『건설산업 경쟁력 강화와 콘크리트 품질향상을 위한 국제세미나』가 개최되었다. 모처럼 건설회사, 시멘트회사, 레미콘 회사, 정부 관계자, 학계 연구자 등이 함께 모여 국내 건설 산업의 경쟁력 강화와 콘크리트 품질향상을 주제로 국내외 전문가의 강연과 열띤 토론이 개최되었으며 약 600여명이 참석하여 성황리에 진행 되었다. 이 자리에서는 국내 건설 산업의 문제점을 도출하고 금후의 대응 방안에 대하여 발표가 있었으며, 건설 관련 정부기관, 학회, 연구소, 건설회사, 자재회사 및 일본 연구자들을 초청하여 산·학·관·민의 총체적 의견을 수렴하고 공통인식을 도출하는 실질적인 국제 세미나가 되었다는 평가를 받았다. 특히, 국제 세미나가 국내 건설 산업 경쟁력 강화와 함께 최근 문제로 되고 있는 콘크리트의 전반적인 품질문제 저하를 해결하기 위한 공통 인식의 장이 되었다는 데에 큰 의미가 있었다고 판단된다.

본 고에서는 이러한 배경 하에 국제 세미나의 발표 내용을 정리하여 그 성과와 의미를 되새겨 봄과 동시에 이를 토대로 하여 금후 시멘트 산업계의 발전 방향에 대하여 간단하게 서술하고자 한다.

### 2. 국제 세미나 개요

본 국제세미나의 개최 목적과 의의를 정리하면 다음과 같다. 표 1에 세미나 개최개요를, 그림 1 및 그림 2에는 세미나 광경을 나타낸다. 또한, 표 2에 세미나 프로그램을, 표 3에 발표내용을 나타낸다.

- ① 국내 건설업계는 낮은 건설 생산성으로 타 산업 분야와 비교하여 경쟁력이 매우 약한 실정으로서 이에 대한 건설인들의 공통 인식과 금후의 대응 방안 도출이 필요함.



- ② 최근, KS F 4009 레미콘 규격 개정(안) 중에서 관련 업계간의 첨예한 대립이 발생하고 있는 『콘크리트용 혼화재료로서 고로슬래그미분말을 KS 규격에 삽입하는 개정(안)』에 대하여 현재 레미콘 공장에서 임의로 원가절감을 위하여 무분별하게 사용하고 있는 고로슬래그미분말의 사용 문제점 및 이로 인한 콘크리트 품질저하에 관한 실상을 건설인에게 정확히 설명하고 금후의 고로슬래그미분말의 적절한 사용을 위한 방법 및 유의사항을 해외조사 및 실험결과를 기초로 설명함.
- ③ 국내 건설 산업에서의 콘크리트 품질향상 방안 및 고성능 콘크리트의 활성화 방안을 국내외 전문가로 하여금 발표함으로써 콘크리트 구조물의 품질향상을 위한 공통인식의 도출함.
- ④ 국내 철근콘크리트 구조물의 내구성향상을 위한 국내외 전문가의 의견 발표 및 건설인의 공통인식을 도출함.

**표 1 국제세미나 개최 개요**

항 목	내 용
개최일자 및 장소	2003년 1월 15일(수) 09:30~17:30, 건설회관 대강당
주 최	대한 건축학회
후 원	건설교통부, 대한건설협회, 매일경제신문사, 한국레미콘공업협회, 한국양회공업협회
참석 현황	약 650명의 건설회사 및 건설산업 관련자 참석

**그림 1 국제세미나 참석자 기념 촬영    그림 2 양회협회 회장의 축사 광경**

**표 2 국제세미나 발표 일정**

시간	강연 제목	강연자	소속
09:00-09:30	등록	-	-
09:30-10:00	개회사 및 축사 개회사 축사 1 축사 2	김진균 마형열 정환진	대한건축학회 회장 대한건설협회 회장 한국양회공업협회 회장
10:00-10:30	건설경쟁력 향상을 위한 건설제도 및 국가 연구 방향	김 경 수	건설교통부 기술정책 과장
10:30-11:00	건설생산성 향상을 위한 건설 산업 경쟁력 강화 방안	이 북 남	한국 건설산업 연구원 연구부장
11:00-12:00	Application and development of ultra-high-strength concrete in Japan	早川光敬	일본 대성건설 기술연구소 수석연구원
12:00-12:30	콘크리트용 혼화제로서 고로슬래그 미분말의 사용방안	이 한 승	(현) 한양대학교 건축학부 조교수
12:30-13:00	21세기 건설업계에서 시멘트 산업 발전 방향	이 종 열	쌍용양회(주) 기술연구소 소장
13:00-14:00	점심	-	-
14:00-15:00	Durability design and quality control of concrete structures	友澤史紀	(현) 일본대학 교수 일본건축학회 부회장 콘크리트학회 부회장
15:00-15:30	국내 건설산업에서의 고강도/고성 능 콘크리트 활성화 방안	신 성 우	한양대학교 건축학부 교수, 한국초고층포럼 의장
15:30-15:50	휴식(coffee break)	-	-
15:50-16:20	콘크리트 품질향상을 위한 표준시방서 개정 방안	김 은 겹	서울산업대학교 토목 공학과 교수, 콘크리트 시방서 개정위원장
16:20-16:50	건설산업 경쟁력 강화를 위한 CM 제도 개선 방안	신 동 우	아주대학교 건축공학과 교수, 한국CM학회 전회장
16:50-17:30	종합 토론	-	-

표 3 발표 주제 및 내용 요약

이름 및 소속	발표 내 용	
건설교통부 기술정책 과장 김경수 박사	제목	<b>건설경쟁력 향상을 위한 건설제도 및 국가 연구 방향</b>
	내용	국내 건설 기술 동향 및 당면 문제점을 지적하고 정부가 추진하고 있는 『제3차 건설기술진흥 기본계획』(안)을 설명
한국건설산업연구원 부장 이복남 박사	제목	<b>건설생산성 향상을 위한 건설 산업 경쟁력 강화 방안</b>
	내용	국내 건설산업 생산성 지표를 외국과 비교하여 설명하고 향후 개발되는 모든 연구과제들이 건설 생산성향상과 국가경쟁력 향상으로 모아져야 하며 정부의 적극적인 생산성향상 대책 수립을 촉구
대성건설기술연구소 수석연구원 早川光敬 박사 (하야카와미쯔타카)	제목	<b>Application and development of ultra-high-strength concrete in Japan</b>
	내용	일본의 1000 kgf/cm <sup>2</sup> 레벨의 초고강도 콘크리트의 실제 현장 적용사례를 설명하고 1500 kgf/cm <sup>2</sup> 레벨의 초고강도 콘크리트의 실용화를 위한 연구개발 현황 및 국가(건설대신)인정 사항을 설명
한양대학교 건축학부 이한승 교수	제목	<b>콘크리트용 혼화재로서 고로슬래그미분말의 사용방안</b>
	내용	현재 국내 레미콘공장에서 원가절감을 위하여 무분별하게 사용하고 있는 고로슬래그미분말(시멘트의 중량 치환율로 10~25% 사용)의 문제점 및 현재 KS F 4009 레미콘 규격중 혼화재료로서 고로슬래그미분말을 규정하려는 개정안의 문제점을 일본에서의 사례와 실제 실험결과를 통하여 지적
쌍용양회(주) 기술연구소 소장 이종열 박사	제목	<b>21세기 건설업계에서 시멘트 산업 발전 방향</b>
	내용	국내 시멘트 산업 기술개발 현황을 설명하고 ① 지구환경의 보전을 위한 리사이클링 시멘트 제조기술 개발② 배기가스 저감기술 및 원료 공정기술 개발 ③ 내구성을 중시한 시멘트 개발을 통한 콘크리트 품질향상 ④ WTO체제에 발 맞춘 세계화 및 글로벌화에 대한 적극적인 대응방안을 설명
(현) 일본대학 이공학부 건축학과 友澤史紀 교수 (토모사와후미노리)	제목	<b>Durability design and quality control of concrete structures</b>
	내용	일본의 콘크리트 구조물에 관한 내구성 저하 현상을 시대적으로 설명하고 이의 대책을 위한 일본 건설성(현 국토교통성)의 종합연구개발프로젝트(건축물의 내구성 향상기술 개발)를 토대로 작성한 일본 건축학회 철근콘크리트 표준시방서(JASS 5)의 내구성 관련 자료의 소개를 실시함. 또한, 철근콘크리트 구조물의 내구성설계의 도입 중요성을 설명하고 콘크리트 품질향상을 위한 일본의 제도를 소개
한양대학교 건축학부 신성우 교수	제목	<b>국내 건설산업에서의 고강도/고성능 콘크리트 활성화 방안</b>
	내용	고강도 콘크리트의 정의, 이점 및 경제성을 분석하여 설명하고, 국내외 고강도 콘크리트 개발현황 및 적용사례를 소개함. 또한, 미래 건설산업 경쟁력 향상을 위한 콘크리트의 개발방향을 제시
서울산업대학교 토목공학과 김은겸 교수	제목	<b>콘크리트 품질향상을 위한표준시방서 개정 방안</b>
	내용	건설교통부 제정 『콘크리트 표준시방서』의 2002년도 개정내용에 대하여 자세하게 설명하고 2007년에는 내구성설계 도입에 대한 의견을 설명.
아주대학교 도시건축공학과 신동우 교수	제목	<b>건설산업 경쟁력 강화를 위한 CM제도 개선 방안</b>
	내용	CM제도의 현황 및 적용사례를 설명하고 국내 건설산업 경쟁력 강화를 위한 CM제도의 적극적인 도입을 제안

### 3. 콘크리트 혼화재료로서 고로슬래그미분말의 사용문제점과 개선방향

콘크리트 혼화재로서 고로슬래그 미분말의 적정 치환율은 30~70% 범위에서 효과를 발휘할 수 있고, 장기에 있어 강도발현 성장과 내구성향상을 목적으로 사용하므로 건축 구조물의 기초부분이나 장기 강도가 중요한 토목 구조물에 주로 적용되고 있으며, 선진 외국에서는 주로 시멘트회사에서 품질성능을 확보시켜 제조한 고로슬래그 시멘트 형태로 유통되고 있다. 그러나, 최근 제철소 주변지역을 중심으로 한국 내 레미콘 공장에서는 콘크리트 제조원가 절감을 목적으로 고로슬래그 미분말을 치환율 10~30% 수준에서 임의적으로 레미콘에 혼입하여 사용하고 있으며, 레미콘 KS 규격인 KS F 4009에서는 2003년 개정(안)의 2.4 혼화재료에 고로슬래그 미분말을 충분한 사전 검증 없이 추가하려는 움직임이 있어 이러한 방법으로 레미콘 공장에서 고로슬래그 미분말을 혼입한 콘크리트를 생산 할 경우, 그 품질성능 저하에 관한 문제점이 각계에서 제기되고 있어 이에 대한 대책 마련과 올바른 사용을 유도하기 위한 제도 정비가 요구되고 있다.

고로슬래그 미분말의 장점을 살리기 위한 고로슬래그 미분말의 치환율 범위는 표 4에서와 같이 주로 30~70%를 사용하고 있다. 한편, 고로슬래그 미분말의 치환율이 30% 미만의 경우에는 고로슬래그 미분말을 사용한 효과가 현저하게 나타나지 않으며 오히려 초기재령의 콘크리트 강도발현이 나쁘다는 점과 레미콘 공장에서 고로슬래그 미분말을 사용하는 것에 의한 사일로 증설, 계량관리, 품질관리 업무가 번잡하기 때문에 사용하지 않는 것이 일반적이다. 또한, 고로슬래그 미분말의 치환율이 70%를 넘는 경우에는 초기강도가 현저하게 작게 되고 사용실적도 거의 없으며 물성이 충분하게 확인되어 있지 않으므로 사용되고 있지 않다. 한편, 그림 3은 일본에서의 고로슬래그 미분말의 활용 현황을 나타내며, 고로슬래그 미분말은 특히 시멘트 용, 즉 품질성능이 확보된 고로슬래그 시멘트를 제조하는데 63% 이상이 사용되고 있다.

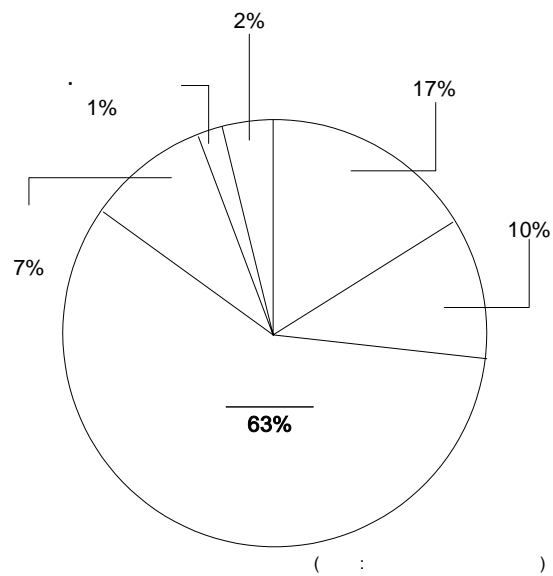


그림 3. 고로슬래그 미분말의 활용 현황 (일본)

**표 4. 고로슬래그 미분말의 사용 용도에 따른 적정 치환율 범위**

사용 목적	고로슬래그 미분말 치환율 (%)		
	분말도 4000	분말도 6000	분말도 8000
수화열에 의한 온도상승 억제	50~70	60~70	30~70
알칼리골재반응 억제	40~70	40~70	40~70
내황산염성의 향상	50~70	50~70	50~70
해수에 대한 화학저항성(염해 포함)향상	45~55	45~60	45~70
고유동화	30~70	30~70	30~60
고강도화	-	30~50	30~60

고로슬래그 미분말은 시멘트공장에서 시멘트에 일정량의 고로슬래그 미분말을 혼입하여 품질성능을 확보한 고로슬래그 시멘트로서의 사용방법과 레미콘공장에서 사용목적에 준하여 일정량(보통 치환율이 30~70%)을 혼입하는 사용방법이 있다. 고로슬래그 시멘트에 관하여는 시멘트제조회사에서 충분한 품질검증을 통하여 유통되므로 사용목적에 맞게 사용한다면 고로슬래그 미분말의 장점을 살린 고성능 콘크리트를 제조하는 것이 가능하다. 한편, 레미콘공장에서 고로슬래그 미분말을 혼화재료로서 첨가하는 경우에는 품질관리가 매우 어렵게 되므로 특히 주의가 필요하다. 예를 들면, 고로슬래그 자체는 SO<sub>3</sub>를 거의 함유하고 있지 않기 때문에 고로슬래그를 미분쇄하여 고로슬래그 미분말을 제조할 때에는 자극제로서 SO<sub>3</sub>를 미량 첨가하나 제조회사 별로 품질의 차이가 발생할 수 있으며, 특히, 각기 다른 시멘트를 사용하는 레미콘공장에서 각기 다른 품질의 고로슬래그 미분말을 조합하여 사용하는 경우에는 두 재료간의 적합성에 문제가 발생할 수 있으므로 특히 주의가 필요하다. 따라서, 레미콘공장에서 고로슬래그 미분말을 혼화재료로서 사용하는 경우와 품질관리가 된 고로슬래그 시멘트를 사용하는 경우에는 동일한 성능을 가지는 콘크리트가 제조된다고 보증할 수 없으며 레미콘제품에 품질변동의 우려가 매우 많아 건설현장에서의 콘크리트 품질관리에 막대한 지장을 초래할 수 있다. 또한, 고로슬래그 미분말을 콘크리트 혼화재료로서 사용하는 경우에는 다음과 같이 내구성 측면에서 유의해야 할 문제점을 가지고 있다.

- ① 고로슬래그 미분말(BS)을 혼입한 콘크리트는 일반적으로 중성화진행이 빠름
- ② 충분한 초기 습윤양생이나 양생이 충분하지 않으면 동해를 입을 우려가 있음
- ③ 해양/용설제 도포구조물은 각종 염의 화학적 침식에 의한 Ca(OH)<sub>2</sub> 용출로 콘크리트표면 취약, 고로슬래그미분말 수화에 필요한 Ca(OH)<sub>2</sub>부족, 표면박리·Pop-out 문제 발생
- ④ 내황산염 저항성 : 고로슬래그 미분말 혼입 50%이상에서 유효, 석고 혼입율이 적은 고로슬래그 미분말을 사용한 경우 내황산염에 대한 저항성 문제 발생

이상에서 살펴본 바와 같이 국내 레미콘 공장에서 고로슬래그 미분말을 적정 치환율이 아닌 임의적으로 혼입하여 사용하는 것은 고로슬래그 미분말 혼입 콘크리트의 본래 장점을 살리는 것이 아니라 오히려 콘크리트의 품질저하에 따른 구조물의 내구성저하를 초래할 수 있으므로(표 5 참조) KS 규격 개정을 위해서는 다음과 같이 콘크리트용 혼화재로서 사용되는 고로슬래그 미분말의 사용 전제 조건 및 그 사용 방안을 신중히 검토하여야 한다.

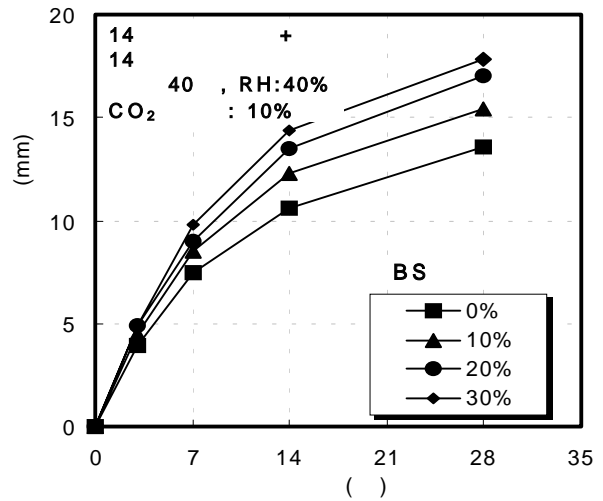


그림 4. 재량별 콘크리트 중성화 깊이

표 5. 고로슬래그미분말 혼입 콘크리트 기본물성 (보통 포틀랜드시멘트만을 사용한 경우와 비교)

초기성상	장점	단위수량이 작아 블리딩이 적게 됨
	단점	응결이 지연 됨
발열성상	장점	수화열이 낮음
	단점	단열온도상승은 반드시 낮지 않음(최대로 되는 치환율이 있음)
강도	장점	장기강도가 높음
	단점	초기강도 저하가 현저함, 온도 의존성이 큼
내구성	장점	내염해성이 높음
	단점	중성화하기 쉬움, 건조수축이 큼, 철근부식 발생 위험성 많음

- ① 국내 고로슬래그미분말 혼입 콘크리트의 품질 검증 및 치환율 시험방법 확립
- ② 고로슬래그 미분말 혼입 콘크리트에 관한 매뉴얼 및 지침서 작성
- ③ 고로슬래그 미분말 사용시 사용자 승인제도 실시
- ④ 품질성능이 확보된 고로슬래그 시멘트로의 사용 검토

#### 4. 국제 세미나를 통해본 금후 시멘트산업의 발전 방향

이상에서 살펴본 바와 같이 금번 개최된 국제 세미나는 건설 관련 전문가들과 시멘트산업 실무자들이 함께 모여 국가 건설경쟁력 향상 및 콘크리트 품질향상이라는 주제로 공통인식을 도출하였다는데 큰 의미가 있다고 하겠다. 특히, 현재 시멘트업계 및 철강업계에서 참여하게 대두되고 있는 콘크리트용 혼화재료로서 고로슬래그미분말을 레미콘공장에서 무분별하게 사용하는 데에 대한 인식 제고와

함께 금후의 올바른 사용을 위한 방법론이 제안되었다는 것에 보다 큰 의미가 있으며 지금부터 고로슬래그미분말의 올바른 사용에 대한 지도와 지침이 정확히 규명되기 위한 준비가 더욱더 철저히 이루어져 국내 콘크리트 구조물의 내구성향상과 품질향상으로 이어지도록 하는 노력이 필요하다고 하겠다. 특히, KS F 4009가 2003년 4월 1일 개정 발표되어 1년간의 유예기간으로 내년 4월에 발효가 되는데, 여기서 고로슬래그미분말이라는 특정의 혼화재료를 지정하지 않았지만 KS규격에 맞는 모든 혼화재료를 콘크리트 혼화재료로서 사용할 수 있다는 규정이 새로 생기면서 금후 시멘트업계 뿐만 아니라 건설업계에서도 이에 대한 준비가 지금부터 착실하게 다시 이루어져야 한다고 판단된다.

한편, 전세계 시멘트 산업의 동향을 살펴보면, ① 시멘트 소비는 년평균 3% 지속 성장을 예측하고 있으며, 2008년 까지 20억톤/년 소비되어 생산능력 신설 및 노후설비의 현대화 요구가 증가 ② 세계 10대 시멘트회사가 전세계 시멘트 생산능력의 1/3을 차지하고 있으며, 다국적 기업에 의한 인수·합병에 따른 규모의 경쟁력 시대에 돌입(Global 화) ③ 아시아 제국의 시멘트 생산량은 전세계의 약 61% (1998년 기준)를 차지하고 있으며, 최근 시멘트 수출 및 소비가 계속 증가하는 등 아시아가 전세계 시멘트 산업의 중심 ④ 전세계 시멘트산업은 CO<sub>2</sub> 및 NO<sub>x</sub> 억제, 리사이클, 산업부산물 및 폐기물의 활용 등 지구환경과의 공생에 관한 연구를 활발히 추진 ⑤ 콘크리트에 요구되는 성능이 점차 고기능·고성능(고강도, 고유동, 고내구성)화되어 감에 따라 시멘트도 이에 따른 신기술 개발과 신소재 개발에 박차를 가하고 있다.

이에 대응하여 국내 시멘트 업계에서도 ① 경제력 및 기술력 위주의 세계 메이저 시멘트회사에 의한 아시아 시장 진출에 따라 국내 시멘트 업계도 세계화 대응 전략 필요 ② 국제화시대의 시멘트관련 규격, 품질 및 지침 정비 필요 ③ 국내 건설 산업에서 시멘트업계와 경쟁관계에 있는 철강업계 뿐만 아니라 수요자 입장의 건설관련 회사들과의 상호 협력관계 설정 및 유지 필요 ④ 시멘트 제조시 발생하는 공해 유발 물질의 억제 및 산업부산물·폐기물의 재활용 문제 대응책 수립 필요 ⑤ 시멘트·콘크리트 관련 최신 기술 연구개발 등 조직적이고 체계적인 연구개발의 발상 전환이 필요한 시점이라고 하겠다.

## 5. 맺음말

본 고에서는 『건설산업 경쟁력 강화와 콘크리트 품질향상을 위한 국제세미나』의 발표 내용을 정리하여 그 성과와 의미를 되새겨 보고 이를 토대로 하여 금후



시멘트 산업계의 발전 방향에 대하여 간단하게 살펴보았다. 21세기는 지식기반의 시대, 환경의 시대, 무한 경쟁의 시대라고 일컬어지고 있으며, 이에 따라 개인 및 산업계도 끊임없는 자기개발만이 격동의 21세기에서 존속할 수 있는 것이 아닌가 하고 판단한다. 특히, 건설 산업은 타 산업에도 많은 영향을 미치지만 타 산업의 영향을 많이 받는 특징을 가지고 있으므로 자기중심적인 사고에서 탈피하여 다른 산업을 생각하는 상생의 정신이 가장 필요하다. 최근 국가에서는 제 3차 건설기술기본진흥계획(5개년 계획)에서 생산성 향상 및 친환경 건설에 관한 계획을 발표하고 모든 건설산업에서 이를 위한 연구개발을 장려하고 있다. 이는 세계 기후변화협약의 강제 이행 및 준수라는 문제가 우리나라에도 가까운 시일 안에 적용될 것이라는 관점에서 출발한 것으로, 시멘트 산업이 안고 있는 환경문제를 지금 시점에서 다시 개편하고 장기적인 시멘트발전 수립을 위한 TRM(Technical Road Map)을 작성할 필요가 있으며 이는 지속 가능한 시멘트 산업 발전을 위해서 가장 필요한 일이라 판단된다. 금번 국제 세미나를 통하여 시멘트산업도 건설 산업의 일원이며 국제적인 시야에서의 문제해결이 필요하다는 것을 공감하였을 것이라 판단되며 앞으로 관·민·산·학이 함께 모여 건설 산업 현안을 터놓고 이야기 하고 문제를 해결하는 기회가 자주 있었으면 하는 바람이다. 끝으로 이번 세미나를 개최함에 있어 적극적인 협력을 하여 주신 양회협회 회장님이하 모든 관계자 분들께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다.