농업시설 및 구조 분과

윤 성 수
충북대학교
yss@cbnu.ac.kr

우리학회에서 농업시설 및 구조 분과는 매우 다양하게 분화된 분야이다. 농업시설 및 구조분야의 초창기 모습은 순수 구조와 재료 실험을 통한 연구의 보고였으나, 이후 농업시설 및 환경 분야, 정보시스템 분야로 분화되었으며, 근래에는 신재생에너지에 대한 연구도 활발히 진행되고 있는 추세이다. 농업시설 및 구조분야의 최초의 학회 논문은 제1권 1호에 게재된 '미국개척국에서 사용하는 콘크리트의 배합설계' (이예민, 1958)이었으며, 이후 꾸준히 농공학에서 구조 및 재료에 관한 연구가 성실하게 수행되어 오고 있다. 2004년부터 2012년 제 54권 1호까지 구조분야의 논문은 25편, 재료분야는 약 60여 편, 시설분야는 13편 가량의 논문이 발표되었다. 구조분야 논문은 대상의 해석을 중심으로 한 연구에서 다양한 해석 기법의 도입을 추구하게 되었다. 재료분야 논문은 콘크리트의 특성에 관한 연구가 주요 주제이며, 콘크리트 개질을 위한 연구, 경량, 재생 콘크리트에 관한 연구가 지속적으로 이루어졌다. 시설 환경분야의 논문은 작물 생육 공간의 구조적 특성을 규명하는 것에서 온실 내의 여러 부하 및 광 환경에 대한 주제가 활발히 연구되었고, 범위를 넓혀 축사 및 계사 등의 환기 문제에 대한 연구도 진행되고 있다.

구조 및 재료

구조논문은 1958년 콘크리트구조물을 대상으로 논문이 시작되었으며, 주로 구조물의 해석, 최적화 설계, 경량재료를 이용한 해석방법론, 구조시스템의 운영이 주요한 연구주제가 되었다. 구조분야 논문의 효시는 '원심력콘크리트 파일과 농업토목에 이용하는데 관한 소고' (중앙산업, 1958)이며, 이후 구조분야의 콘크리트주제 연구는 '암거의 응력해석' (고재군, 1994), '극한강도설계법에 의한 철근콘크리트 보의 해석' (오무영, 1970), '등분포하중을 받는 4변고정인 철근콘크리트 사판의 해석(조진구와 박병기, 1975) 등 콘크리트를 대상으로 설

계법의 연구와 개발 그리고 농공분야에 적용 문제를 중심이었다. 구조분야의 해석주제는 꾸준한 연구와 발전이 지속되었는데, 조진구와 박병기(1975)의 'Pre-stress를 도입한 steel beam에 관한 연구' 를 시발로 고재군, 이재영, 조진구, 이정재, 이병구의 유한요소법(FEM)에 대한 해석과 적용(고재군, 1994), 그리고 시스템의 개발이 주 연구대상이 되었으며, 특히 '유한요소법과 농공학에의 활용' 을 주제로 강좌가 개설되기도 하였다. 이와 같은 유한요소법을 이용한 구조물의 해석은 'p-version 비선형 유한요소모델에 의한 2방향 철근콘크리트 슬래브의 역학적 거동 해석(조진구, 2005)' 등의 연구에서 이어져 수행되었으며, 유한요소법과 경계요소법을 결합한 모델 개발(정남수 등, 2004)과 같이 복합적 해석 기법이 도입되기도 하였다. 또한 진화론적 구조 최적화 기법(이형진, 2007), 개선된 점진적 구조 최적화기법(김시환, 2011) 및 구조물 이산화 모델로부터 내부 응력 경로를 탐색하는 구조 시스템의 운영(이성용, 2009)이 활발히 연구되고 있다. 구조해석시스템뿐만 아니라 최적설계에 관한 연구도 지속적으로 이루어지고 있는데, 김종옥 등은 '프리스트레스트 콘크리트 구조물의 합리적인 최적설계(김종옥, 2004)' 에서 콘크리트 구조물의 최적설계 기법을 유도하였고, '농업용 철근 콘크리트 구조물의 합리적인 최적설계-수로교 상부구조물-(김종옥, 2010)' 과 같은 연구에서 농업기반시설물의 최적설계를 위한 설계 기법을 유도하였다.

이 밖에도 시설물의 최적화연구는 시설물을 경제적으로 설계, 시공, 유지할 수 있는 방법론으로 꾸준하게 연구되었으며(김종옥, 1995) 구조분야에서는 1990년대 이후 구조물로 이루어진 시스템의 분석과 운영방법의 개발(이정재 외, 2001) 및 LCC의 개념을 이용한 설계로 사회의 변화하는 흐름에 한발 앞서 새로운 개념과 방법을 제시하고 있다. 이외에도 강구조에 대한 이용법, 경량형강에 대한 활용법, 세부 구조물의 새로운 해석방법론에 대한 연구가 이어지고 있다. 또한 스마트폰과 같은 다양한 기기의 개발로 구조문제의 해석과 구조 및 역학 교육을 위한 applications의 개발에 관한 연구도 진행중에 있으며, 구조물의 해석에 있어서 불확실성을 내재하고 있는 구조물을 확정적 관점이 아닌 확률적 값을 통해 해석하는 구조신뢰성의 도입이 활발히 이루어지고 있는 추세이다.

재료분야

재료에 대한 연구는 우리학회가 활동을 시작되면서부터 연구, 발표되었다. 그 주요대상은 콘크리트에 대한 보고였는데, 콘크리트가 당시 농업과 농촌개발에 사용되는 건설재료 중 가장 많이 사용된 재료이었고, 이것은 콘크리트의 다양한 특성을 먼저 알아내고, 이를 통해 강하고, 안전하며, 쉽게 필요한 구조물을 만들려고 하는 의지로 보인다. 1950년대에는 주로 외국의 콘크리트에 대한 소개가 주를 이루었고(특수콘크리트의 개요, 콘크리트의 산 침식), 이후 콘크리트의 배합에 관한 연구가 많이 보고되었다. 콘크리트는 골재와 시멘트의 배합에 따라 강도와 내구성이 달라지며, 특히 골재에 영향을 많이 받으므로, 이에 대한 연구가 그 뒤를 이루었고(모르타르의 내구성에 관한연구, 고재군 외, 1969), 혼화제를 첨가한 콘크리트의 특성에 대한 연구가 1970년대부터 폭넓게 연구되었다. 좁은 국토에서 사회가 요구하는 식량생산에 필요한 농지를 확보하기 위해 간척사업이 꾸준히 시행됨에 따라 콘크리트에도 해수, 염해 등에 원활

히 저항할 수 있는 콘크리트를 만들고자 하는 연구가 깊이 진행되었고,(콘크리트의 내해수성 실험, 해수에서 철근콘크리트의 철근 방식에 대한 도료의 효과), 경량콘크리트에 대한 연구(성찬용, 1988), 강섬유보강콘크리트에 대한 연구(강섬유콘크리트의 직접인장 거동 특성) 등 다양한 콘크리트 재료에 대한 연구가 있어왔다. 1980년대에서는 폴리머콘크리트에 대한 깊이 있는 연구(연규석과 강신업, 1986)와 플라이애쉬, 볏짚재, 솔잎재 등을 사용한 콘크리트(볏짚재 콘크리트의 물리 · 역학적 특성 등, 성찬용, 김영익, 1998) 등 품질 중심의 콘크리트 연구와 환경에 대한 연구로 재생재료를 이용한 콘크리트(재생콘크리트의 휨 변형과 파괴 특성, 김광우 외, 1995)에 대한 연구와 실용적인 품질관리 증대방안으로 비파괴시험에 대한 콘크리트 구조물에의 적용(염소이온 투과시험에 의한 콘크리트 제품의 강도 추정, 장문기, 1999)이 꾸준히 진행되었다.

2000년대에 들어서면서 콘크리트 재료에 관한 연구는 콘크리트 개질에 관한 연구가 주류를 이루고 있다. 콘크리트의 여러 가지 재료의 배합을 통해 내구성을 개선하고, 압축강도의 증진을 꽤 하였다(성찬용, 2004, 2007, 원종필, 2005). 콘크리트의 개질을 위해 라텍스 및 폴리머 등의 화학적 재료의 도입이 적극적으로 이루어졌는데, 보수재료로써 폴리머와 라텍스를 이용한 연구(원종필, 2005, 2007)가 진행되었고, 경량 콘크리트에 폴리머를 혼입한 콘크리트의 특성 규명(성찬용, 2005) 등 다양한 관점에서 활발한 연구가 진행되었다. 또한 재생 골재를 이용한 콘크리트의 물리적, 역학적 거동을 규명하고자 한 연구가 다수 진행되었는데, 성찬용 등은 '재생 골재를 사용한 폴리머 콘크리트의 강도 특성(성찬용, 2005)' 등을 비롯하여 활발히 연구를 수행하였다. 이 밖에도 환경 친화적 콘크리트 사용의 필요성이 증대됨에 따라 황토를 혼입한 황토 콘크리트의 성능을 규명하는 연구(김황희, 2010)와 포러스 폴리머 콘크리트에서 식생에 대한 특성을 연구한 논문(성찬용, 2010)이 발표되기도 하였다.

시설분야

구조재료분야에는 구조지식과 재료특성을 이용한 농업시설물에 대한 구조 및 환경에 대한 연구도 꾸준히 있어왔는데, 초기에는 비닐하우스 등 농가소득을 증대시킬 수 있는 시설에 대한 구조 및 재료, 설계법에 대한 연구(농업용 비닐하우스의 온풍난방에 관한 기초적 연구(조진구, 이근후, 1977), 함수량변화가 곡물의 물리적 특성에 미치는 영향(오무영, 1984)), 농촌주택을 개선하기 위한 연구(농촌주택의 실태 조사를 통한 개선 방안 연구, 리신호, 1994), 흙집을 주제로 한 전통주택에 대한 연구, 주택의 노후화에 대한 연구(오무영 등, 2001)가 발표되었다.

2000년 이전 시설분야에서 농가 소득 증대와 농산물 생산량의 증가를 위한 연구가 활발했다면, 그 이후에는 시설 내부의 환경 및 난방부하 등에 의한 연구가 활발히 진행되었다. 온실과 같은 농업시설물의 열손실 및 난방부하를 수치적으로 해석하기 위해 적외선 열화상 기법 등이 도입되었으며(문종필, 2010), '유전 알고리즘을 이용한 2단 재배 온실의 광 환경 최적화(김기성, 2011)' 연구에서는 온실 내부의 광 환경을 수치적 모델로 구현하고자 하였다. 또한 축산시설의 오염원의 확산 등을 전산유체역학의 기법으로 해석 하고자하는 연구(홍세운, 2008, 권경석, 2010)가 진행되었으며, 돈사 및 계사의 환기와 난방 부하에 대한 연구(서일환, 2008, 홍세운,

2008)도 진행되었다. 이 밖에도 산림 부산물 등을 이용한 신재생 에너지의 이용을 위한 연구(홍성구, 2005)가 수행되었으며, 농촌 주택에 신재생에너지 도입을 위한 노력(장문기, 2008)도 이어지고 있다.

농공학에서 농업시설 및 구조분야는 농업생산 및 농촌정비를 보장할 시설물의 재료의 연구, 구조의 개발, 유지관리와 운영체계의 개선을 위한 끊임없는 연구뿐만 아니라 새로운 선진 기술의 도입을 두려워하지 않으며, 창조적 응용의 토대를 만들고 창의적 관점의 지속적인 모색을 위해 연구, 개발에 최선을 다할 것이다.

1. 고재군, 1994, 仁汝高在君博士 停年退任記念論文叢
2. 고재군, 1974, 암거의 응력해석, 한국농공학회지 제16권 1호
3. 고재군, 유한열, 1969, 모르타르의 내구성에 관한연구(염산에 의한 부식에 관하여), 한국농공학회지 제11권 1호
4. 권경석, 이인복, 황현섭, 홍세운, 서일환, 최지선, 송상현, 문운경 2010, 전산유체역학 기법을 이용한 돈사 내 습식 공기 정화기의 적정 위치 설계, 한국농공학회지 제52권 3호
5. 김기성, 2011, 유전알고리즘을 이용한 2단재배 온실의 광환경 최적화, 한국농공학회지 제53권 6호
6. 김남수, 이정재, 윤성수, 김윤순, 2004, 점진적 최적화 기법에서 불규칙 삼각망을 이용한 평면구조의 응력경로 탐색모델의 개발, 한국농공학회지 제46권 4호
7. 김대식, 구승모, 남상운, 2008, 농촌그린빌리지 조성을 위한 일별 잠재적 태양광발전량의 적정확률분포형 추정 – 서산지역을 중심으로 –, 한국농공학회지 제50권 6호
8. 김대식, 구승모, 남상운, 2008, 농촌 그린빌리지 계획을 위한 일별 풍력발전량의 적정확률분포형 추정, 한국농공학회지 제50권 6호
9. 김대식, 남상운, 2010, 태양에너지를 이용한 농촌 그린빌리지 계획의 경제성 분석에 관한 연구, 한국농공학회지 제52권4호
10. 김두환, 윤성수, 박진선, 2010, 상시하중상태에서 박벽의 보강효과에 대한 연구, 한국농공학회지 제52권 2호
11. 김수보, 연규석, 유능환, 2004, 리브를 갖는 유리섬유 보강 폴리머 콘크리트 복합패널의 휨 특성, 한국농공학회지 제46권 6호
12. 김시환, 윤성수, 박진선, 전정배, 2011, 개선된 점진적 구조 최적화 기법을 이용한 콘크리트 구조물의 응력경로 탐색, 한국농공학회지 제53권 6호
13. 김영익, 성찬용, 2007, 충전재 종류에 따른 포장용 포러스 폴리머 콘크리트의 강도 및 투수 특성, 한국농공학회지 제49권 4호
14. 김영익, 성찬용, 2009, 불포화폴리에스터 수지와 재생골재를 이용한 재생 폴리머 콘크리트의 강도 및 내구 특성, 한국농공학회지 제51권 6호
15. 김종옥, 2004, 프리스트레스트 콘크리트 구조물의 합리적인 최적설계, 한국농공학회지 제46권 2호
16. 김종옥, 박찬기, 차상선, 2010, 농업용 철근콘크리트 구조물의 합리적인 최적설계 –수로교 상부구조물–, 한국농공학회지 제52권 5호
17. 김종옥, 박찬기, 차상선, 2010, 연속형 및 혼합이산형 최적설계법에 의한 농업용 수로교 교각 및 교대의 최적설계, 한국농공학회지 제52권 6호
18. 김황희, 강수만, 박종식, 박상우, 전지홍, 이진형, 차

상선, 박찬기, 2010, 고로슬래그시멘트를 사용한 다공성 황토콘크리트의 성능 평가, 한국농공학회지 제52권 3호
19. 남상운, 2006, 지중가온이 온실의 난방부하에 미치는 영향, 한국농공학회지 제48권 5호
20. 남상운, 김대식, 2008, 친환경 농촌마을계획을 위한 재생에너지 활용방안 연구 – 태양에너지 자원분석 –, 한국농공학회지 제50권 3호
21. 리신호, 고재군, 1987, 강섬유콘크리트의 직접인장 거동 특성, 한국농공학회지 제29권 4호
22. 리신호, 1994, 농촌주택의 실태 조사를 통한 개선방안 연구 –충북지역을 중심으로–, 한국농공학회지 제36권 3호
23. 리신호, 왕군, 윤성수, 2008, 농촌지역 농가 에너지 소비 모델 개발, 한국농공학회지 제50권 4호
24. 문종필, 윤남규, 이성현, 김학주, 이수장, 김영화, 2010, 적외선 열화상 분석을 통한 온실의 열손실 진단 및 평가, 한국농공학회지 제52권 2호
25. 서원명, 배용한, 유영선, 이성현, 윤용철, 2009, 온실내 잉여 태양에너지 산정 (I) – 1-2W형을 중심으로 –, 한국농공학회지 제51권 5호
26. 서원명, 배용한, 허해준, 곽철순, 이석건, 이종원, 윤용철, 2009, 태안 시설원예단지의 온실 냉난방 부하분석, 한국농공학회지 제51권 6호
27. 서일환, 이인복, 문운경, 홍세운, 황현섭, 권경석, 김기연, 2011, 고병원성 조류인플루엔자 (HPAI)의 에어로졸을 통한 공기 전파 예측을 위한 공기유동학적 확산 모델 연구, 한국농공학회지 제53권 1호
28. 서일환, 이인복, 홍세운, 황현섭, 유재인, 권경석, 하태환, 김현태, 2008, 강제환기식 돈사의 환기 효율성 분석을 위한 CFD 모델 개발, 한국농공학회지 제50권 1호
29. 성찬용, 2005, 재생굵은골재를 사용한 초유동 콘크리트의 강도 및 비파괴 특성, 한국농공학회지 제47권 1호
30. 성찬용, 2006, 폴리프로필렌 섬유보강 에코콘크리트의 동결융해 특성, 한국농공학회지 제48권 2호
31. 성찬용, 김영익, 2004, 폴리프로필렌 섬유보강 환경친화형 포장재료의 개발, 한국농공학회지 제46권 1호
32. 성찬용, 김영익, 2010, 재생골재 및 섬유 혼입률에 따른 포장용 투수성 폴리머 콘크리트의 역학적 특성, 한국농공학회지, 제52권 1호
33. 성찬용, 김영익, 2010, 결합재량에 따른 포러스 폴리머 콘크리트의 공극률과 강도 및 식생 블록 내 초기 생장 특성, 한국농공학회지 제52권 6호
34. 성찬용, 박일순, 2005, 재생굵은골재를 사용한 초유동 콘크리트의 유동성, 한국농공학회지 제47권 2호
35. 성찬용, 백승출, 2005, 재생골재를 사용한 폴리머 콘크리트의 강도 특성, 한국농공학회지 제47권 4호
36. 성찬용, 임상혁, 2004, 재생굵은골재를 사용한 고강도 콘크리트의 동결융해 특성, 한국농공학회지 제46권 2호
37. 성찬용, 조일호, 2004, 냉동양생에 의한 광물질 혼합 콘크리트의 압축강도 추정 한국농공학회지 제46권 5호
38. 연규석, 강신업, 1986, 폴리마를 이용한 콘크리트의 국제적 동향, 한국농공학회지 제28권 3호
39. 오무영, 1984, 함수량변화가 곡물의 틀리적 특성에 미치는 영향(1), 한국농공학회지 제26권 2호
40. 오무영, 리신호, 송창섭, 2001, 전통 흙집 벽 재료의 특성 분석, 한국농공학회지 제42권 1호
41. 이예민, 1958, 미국개척국에서 사용하는 콘크리트

의 배합설계, 한국농공학회지 제1권 1호
42. 이정재, 이대희, 윤성수, 김한중, 2001, 설계정보 데이터베이스를 기반으로 하는 구조설계 S/W Platform의 개발, 한국농공학회지 제42권 4호
43. 원종필, 박찬기, 2005, 복합열화 환경을 받는 콘크리트 시설물을 위한 보수용 폴리머 시멘트 복합체의 내구성능 향상에 관한 연구, 한국농공학회지 제47권 6호
44. 원종필, 이재영, 박찬기, 박성기, 2007, 농업용 콘크리트 구조물을 위한 라텍스 개질 보수용 모르타르의 적정 배합비 도출, 한국농공학회지 제49권 2호
45. 원종필, 이재영, 박찬기, 박성기, 김완영, 2007, 농업용 콘크리트 구조물용 라텍스개질 보수용 모르타르의 수축 및 내구성능 평가, 한국농공학회지 제49권 5호
46. 원종필, 이재영, 박찬기, 성상경, 김완영, 2007, 수중에 노출된 농업용 콘크리트 구조물 보수용 라텍스개질 모르타르의 역학적 특성 및 내구성능 평가, 한국농공학회지 제49권 4호
47. 원종필, 이재영, 박찬기, 이상우, 김완영, 2007, 수중에 노출된 농업용 콘크리트 구조물 보수용 라텍스개질 모르타르의 적정 배합비 도출, 한국농공학회지 제49권 3호
48. 이성용, 김태곤, 이정재, 2009, 연속체의 이산화에 의한 등가트러스모델 개발, 한국농공학회지 제51권 3호
49. 이형진, 최원, 이정재, 2007, 불규칙 삼각망과 수정된 진화론적 구조 최적화 기법을 이용한 평면구조의 응력 경로 탐색 모델의 개발, 한국농공학회지 제49권 6호
50. 장문기, 1999, 염소이온 투과시험에 의한 콘크리트 제품의 강도 추정, 한국농공학회지 제41권 6호
51. 장문기, 리신호, 2008, 자연형 태양열주택 난방시스템의 경제적 평가, 한국농공학회지 제50권 3호
52. 정남수, 최원, 이호재, 김한중, 이정재, 김종옥, 2004, FE-BEM을 결합한 벽체의 해석모델 개발, 한국농공학회지 제46권 5호
53. 조진구, 박병기, 1975, Pre-stress를 도입한 steel beam에 관한 연구, 한국농공학회지 제19권 3호
54. 조진구, 이근후, 1977, 농업용 비닐하우스의 온풍난방에 관한 기초적 연구, 한국농공학회지 제41권 6호
55. 조진구, 박진환, 2005, p-Version 비선형 유한요소 모텔에 의한 2방향 철근 콘크리트 슬래브의 역학적 거동해석, 한국농공학회지 제47권 4호
56. 조진구, 박진환, 2005, p-Version 비선형 유한요소 모델에 의한 철근 콘크리트 경사 슬래브의 역학적 거동 해석, 한국농공학회지 제47권 5호
57. 중앙산업, 1958, 원심력콘크리트 파일과 농업토목에 이용하는데 관한 소고, 한국농공학회지 제1권 2호
58. 홍성구, 2005, 바이오매스를 이용한 농업용 난방계획의 경제성 검토, 한국농공학회지 제47권 2호
59. 홍성구, 2008 바이오매스 부존특성을 고려한 농촌지역 바이오에너지 보급전략, 한국농공학회지 제50권 4호
60. 홍세운, 이인복, 홍희기, 서일환, 황현섭, 유재인, 권경석, 하태환, 김기성, 2008, BES 기법을 이용한 자연환기식 육계사의 난방에너지 분석, 한국농공학회지 제50권 1호
61. 홍세운, 이인복, 황현섭, 서일환, 권혁진, 유재인, 권경석, 하태환, 김용희, 2008, 축산 악취의 확산 모델 개발을 위한 현장 실험, 한국농공학회지 제50권 4호

기획: 박창언 cepark@shingu.ac.kr