2019 KSPE
Spring Conference

제52회 한국추진공학회
2019년도 춘계학술대회

2019. 5. 29.(수) - 31.(금)
라마다프라자 제주호텔

KSPE 웹프로시딩

포스터 발표

2019년 5월 30일(목) 14:50~15:50

가스터빈/내연기관 / 구조 및 소재 / 램/스크램제트추진 / 연료 및 추진제 / 열/유체역학 및 연소 좌 장 : 김선제(국방과학연구소), 서성현(한밭대학교), 윤원재(스페이스솔루션)

번호	제 목	저 자
1	터빈 2단 베인 엔드월에서 단차가 열전달에 미치는 영향	김정주*, 박세진, 방민호, 김태현, 박희승, 조형희(연세대)
2	단락 슬롯막냉각 홀을 적용한 블레이드 팁 막냉각 효율에 대한 수치해석적 연구	방민호*, 최승영, 김정주, 박희승, 주원구, 조형희(연세대)
3	가스터빈엔진 시뮬레이션덕트를 이용한 엔진 유량/추력 측정기법 검증 연구	임주현*, 김선제, 신재익, 김정우, 김유일(ADD)
4	가스터빈 Vaporizer 연료분사장치의 분무특성 실험연구	조성필*, 최성만(전북대), 이동호(항우연)
5	항공기 가스터빈엔진의 운용 및 수명관리 연구	조하나*, 이충렬, 이형원(ADD)
6	탄체 금속소재의 냉간다단단조 최적 설계방안	김승엽*, 김기수, 박성우(풍산)
7	진공 플라즈마 용사법을 이용한 대면적 초고온세라믹 코팅	김호석*, 강보람, 최정철, 유형곤, 최성만(전북대)
8	탄소섬유용 리오셀 전구체의 결정구조에 관한 연구	박길영*, 김우성(디쏠), 이수오, 정용식(전북대), 황태경, 김연철, 서상규(ADD)
9	2 인치 이중판막 체크밸브의 시험적 압력강하에 관한 연구	박성한*, 김상혁, 백승윤(한화에어로스페이스), 명제삼, 조영기(선영시스템)
10	Al 7055 합금의 기계적 성질과 최적의 시효 조건 예측	손영일*, 노영희(ADD)
11	0.4MW 아크가열 풍동을 이용한 초고온세라믹 코팅된 탄소복합재의 내열특성평가	오필용*, Rajesh Kumar Chinnaraj, 임현미, 이하민, 홍성민(전북대)
12	75톤급 엔진의 TVC 구동에 따른 회전각 분석	유재한*(항우연)
13	초소형 비행체용 하이브리드 엔진 냉각을 위한 3D 프린팅 카울 형상 및 재질 연구	이기웅*, 김우비, 권혁록, 김대원, 정윤식, 이현석, 조성진(대한항공), 이선형(부산과학관)
14	리오셀 섬유의 가교 처리가 탄소직물 특성에 미치는 영향	이수오*, 정용식(전북대), 박길영, 김우성(디쏠), 황태경, 김연철, 서상규(ADD)
15	CFRP를 이용한 경량화 쿼드콥터 프레임 설계	이환희*, 박용민, 이후관, 정연중(이지컴퍼지트), 정세웅(일진)
16	알루미늄 표면처리에 따른 EZ-AF01 구조용접착제 접착강도 평가	이후관*, 박용민, 정연중(이지컴퍼지트), 김경주(자동차융합기술원)
17	경량, 고강도 복합재연소관 제조용 핫멜트 타입 토우 프리프레그 개발의 기본요구조건 분석	정상기*, 황태경, 정승민(ADD), 송하을, 우종인(코오롱데크컴퍼지트), 김현진(코오롱인더스트리), 장기욱(티비카본)
18	솔레노이드 밸브의 설계 방법에 대한 연구	정성훈*, 지상연(한양이엔지), 이중엽(항우연)
19	연소기 노즐목부 내피 벌징공정에 대한소성불안정이론 기반 성형성 평가	허성찬*, 유철성, 이금오, 최환석(항우연)
20	비평형 고엔탈피 유동에서의 Nox 조성 예측	나재정*, 이정민(ADD), 현동기, 박상훈(비츠로넥스텍)
21	초음속 추진기관에서의 수정 Crocco's pseudo-shock model에 대한 고찰	남궁혁준*(현대로템)
22	초음속 연소시험용 냉각채널의 총괄열유량 측정결과 분석	유영준*, 배주현, 최호진, 길현용, 박동창(ADD)
23	흡열량 측정을 위한 고온용 채널형 반응기의 설계 연구	강샛별, 정병훈, 박동창, 유영준*(ADD)
24	러시아 고체 램제트 추진기관 개발	이영원*, 권민찬(ADD)
25	공기가열기 성능시험을 위한 압력조절 노즐 해석 연구	이정민*, 김정우, 나재정(ADD)
26	이중모드램제트의 흡입구의 해석방법에 의한 성능결과 비교 연구	허 엽*, 최종호, 최현용, 박동창(ADD)
27	연료의 유량 변화에 따른 흡열반응기 내에서의 열분해특성에 관한 연구	강샛별*, 유영준(ADD)
28	155미리 곡사포 저호 모듈 장약용 추진제	권순길*, 정진영, 최재현(ADD), 이원민(한화)
29	카본 블랙 적용을 통한 NEPE계 고체 추진제의 공정성 개선 연구	김가희*, 김경민, 최성한(한화)
30	테트라진계 이온성 염의 에너제틱 특성	김동환*, 김진보, 김은경(연세대), 고은미(ADD)
31	HAN 기반 젤 추진제의 열 분석 및 전기 점화에 관한 연구	김명진*, 김태규(조선대)
32	모사연료를 이용한 제트연료의 열분해 특성 연구	박성우*, 강태곤(항공대)
33	레이저 유도 플라즈마 분광을 이용한 열노화 수분노화 처리된 고체 추진체 분석	양준호*, 여재익(서울대)
34	NC-SwBKP 시트의 내수도 특성 연구	오민석*, 주형욱, 권태수(풍산)
35	국내 Bi-modular charge system 개발현황	손수정, 이원민*(한화), 권순길, 정진영(ADD)
36	곡사포탄의 방출장약에 따른 방출특성 연구	이찬호*, 이봉주, 오민석, 이상준, 박성우(풍산)
37	반응조건에 따른 KDN 합성 수율 최적화	장경민*, 김희진, 김수현, 정은상(부산대)
38	AP의 구형도에 따른 고체추진제의 특성 연구	장명욱*, 한상근, 윤재호, 손현일(한화)
39	고체 추진제의 연소 반응식 코드 생성 및 충진 밀도 계산 소프트웨어 개발	전락영*, 이건희, 정민영, 오민(한밭대), 심홍민(ADD)
40	알루미늄 함량에 따른 로켓보조추진탄용 추진제 특성	정재윤*(한화)
41	9MM 공포탄 추진제 변경에 따른 현상분석	주현혜*, 성민준, 주형욱, 권태수(풍산)
42	고체로켓플룸의 복사열전달 계산을 위한 구분종좌표보간법 적용	고주용*, 이준호(항우연)
43	배플형 마이크로 연소기의 공기유입구 개수가 연소특성에 미치는 영향	김원현*, 박태선(경북대)
44	한국형발사체 배관삽입형 온도센서 진동실험	김주완*, 전상운(항우연)
45	중단면 형상 설계를 통한 S-duct 흡기구의 공력성능 향상	김지혁*, 남주영, 배형모, 조형희(연세대), 조하나(ADD)
46	축소형 비원통형 연소기 저압 예비 연소 시험	박상수*, 신민규, 오정화, 진솔, 조영석, 고영성(충남대)
47	추진제 슬롯형상에 따른 노즐 열전달 특성 연구	배지열*, 황기영, 함희철(ADD), 조형희(연세대)
48	내열재 숯층 내 분해가스의 이차원 거동모델 연구	배지열*, 황기영, 함희철(ADD), 조형희(연세대)
49	연소불안정 모사를 위한 극저온 LN2 공급 설비 구성	승아현*, 신동해, 신민규, 박상수, 고영성, 김선진(충남대)
50	Rib Type 열교환기의 열교환 효율 향상을 위한 Fin 형상 연구	신동순*, 김경석(항우연), 오정화(충남대), 방정석, 김현웅(비츠로넥스텍)
51	추진제 유량 제어를 위한 면적 가변형 Cavitation venturi 유량 특성 예비해석	신민규*, 신동해, 승아현, 박상수, 진솔, 고영성(충남대)
52	그리드핀을 적용한 비행체의 천음속 비행특성 시험 및 전산해석	유재헌*, 김창기, 최윤정, 임예슬(항우연)
53	비틀림각을 가진 NACA0012 날개 형상 역설계	이은석*(항우연)

번호	제 목	저 자
54	이동 경계 접근법을 이용한 HMX/AP/GAP 고체 추진제의 연소를 위한 동적 모사 및 사례 연구	정민영*, 이건희, Thuan Anh Vo, 오민(한밭대), 심홍민(ADD)
55	극초음속 고공환경모사 시험설비의 시험부 면적에 따른 성능 연구	진 솔*, 오정화, 승아현, 박상수, 김석원, 고영성(충남대)
56	가변추력을 위한 에어로스파이크 형상 핀틀 노즐의 동적 특성 연구	하동성*, 허준영, 김정진, 오석진(ADD)
57	OpenFOAM을 활용한 액체로켓엔진용 핀틀 분사기 수류시험 해석	황도근*, 김종규, 강동혁, 이병용, 최환석(항우연)
58	화염전달함수 연구를 위한 모델 덤프 연소기 설계 및 예비실험 결과	황동현*, 박수진, 안규복(충북대)
59	스트레인게이지와 압전소자 방식의 힘 센서를 이용한 추력 측정 결과 비교	강동혁*, 김현준, 제원주, 주성민, 최환석(항우연)
60	이차유로 간극이 산화제펌프의 축추력 성능에 미치는 영향	강병윤*, 김대진, 최창호(ADD)
61	이중 영역 가스발생기 개념설계 및 제작	김문기*, 김성구, 임병직, 김종규, 최환석(항우연)
62	인공위성 추진계 배관 특성에 따른 수격현상 해석 비교	김선훈*, 김수겸(항우연)
63	인공위성 추력기 모듈 환경 시험 및 검증	김수겸*, 원수희, 김선훈(항우연), 김종현, 이재원(한화)
64	75톤급 개발용 로켓 엔진에서 재순환 배관의 기구학적 운동 해석	김옥구*, 김진혁(항우연)
65	액체로켓엔진용 핀틀 분사기 설계 및 성능 검증 계획	김종규*, 황도근, 강동혁, 이병용, 최환석(항우연)
66	터보펌프 실매질 시험을 위한 대유량 알코올버너 운용시스템 기본설계	김진선*, 왕승원, 심명보, 최창호(항우연)
67	액체로켓엔진 연소기에서 다양한 막냉각 유량 예측을 위한 모델	김현준*, 황도근, 주성민, 김문기, 제원주, 김종규, 최환석(항우연)
68	액체산소/케로신 가스발생기 사이클 액체로켓엔진 터빈 노즐목 면적 변화 추정 방법	남창호*, 문윤환, 박순영, 김진한(항우연)
69	과냉각 액체산소를 이용한 7톤급 액체로켓엔진의 연소실험	서대반*, 임지혁, 유병일, 이광진, 조남경, 황창환, 이정호, 김채형, 한영민(항우연)
70	초소형 추력기의 추력측정을 위한 박막형 로드셀 개발	서대반*(항우연), 류영석, 이종광(한밭대)
71	축소형 연소기에서 임계 조건에 따른 화염구조 가시화 시험	송우석*, 구자예(항공대)
72	한국형발사체 액체로켓엔진용 7톤 터보펌프의 인증 및 수락시험	왕승원*, 김진선, 심명보, 최창호(항우연)
73	9톤급 다단연소사이클 엔진 연소기 개발	우성필*, 김성룡, 김성혁, 김승한, 김채형, 박재영, 서대반, 유병일, 소윤석, 이광진, 이승재, 이정호, 임지혁, 전준수, 조남경, 황창환, 한영민(항우연)
74	위성추진시스템 초기운영결과 분석	원수희*. 채종원(항우연)
75	액체로켓 시험설비의 극저온 펌프 특성	이병용*, 임병직, 최환석(항우연)
76	Optimal Combustion Pressure Determination of 2-Staged Small-Lift Launch Vehicle as a Function of Payload Capacity	이승현*, 구재우(용인한국외대부설고), 김솔(서울대)
77	가변 오리피스의 수력학적 모델	이중엽*(항우연)
78	터보펌프 터빈의 수트 적층이 성능에 미치는 영향	이항기*, 신주현, 최창호(항우연)
79	다단연소 엔진용 연료펌프 회전체동역학 설계	전성민*, 최창호(항우연)
80	한국형발사체 3단 기체공급계용 체크밸브 개발	정용갑*(항우연)
81	액체로켓엔진 시동해석 코드 개발 및 평가	정태규*(항우연)
82	가스발생기 후연소 시스템 설비 개량	제원주*, 강동혁, 임병직, 김종규, 최환석(항우연)
83	액체로켓엔진 터빈배기노즐 유동해석	조원국*, 남창호, 김옥구(항우연)
84	고 고도용 단축 노즐 연소기에서 미계측 계수 추정을 위한 다중회귀분석 기법	주성민*, 황도근, 김현준, 김종규, 최환석(항우연)
85	액체로켓엔진 연소시험의 터보펌프 성능	홍순삼*, 강병윤, 김대진, 배준환, 신주현, 이항기, 최창호(항우연)
86	핀틀형 밸브를 이용한 비선형 공기유량 제어기법	박익수*, 윤지수, 장홍빈(ADD), 고현(든든)
87	추력제어를 위한 개방형 액체로켓엔진의 폐루프 시뮬레이션	조우성*, 차지형, 고상호(항공대)
88	Particle filter 기반 확률분포추정기법을 이용한 개방형 액체로켓엔진의 고장검출 및 진단	차지형*, 고상호(항공대)
89	Ni/Al 나노라미네이트 시스템의 동적 파이로 특성 전산해석연구	김경진*(금오공대)
90	Granule을 고려한 복합화약의 충격 전달에 의한 폭굉 수치해석 연구	최상훈*, 여재익(서울대), 김보훈(캘리포니아공대)
91	한국형발사체 추진기관시스템 시험설비 통합제어시스템(MCS) 운용	김동기*, 이정호, 김용욱, 이장환, 송윤호, 조기주(항우연)
92	우주센터 엔진시험설비의 터빈배기가스 재연소에 의한 초음속 디퓨저 영향 해석	김성룡*, 이광진, 한영민(항우연)
93	2단용 75톤급 엔진 연소시험 시 초음속디퓨저 내부 냉각수 분사에 따른 영향 분석	김성혁*, 조남경, 김승한, 한영민(항우연)
94	시험발사체 추진기관시스템 시험 절차	김용욱*, 이정호, 김동기, 이장환, 송윤호, 조기주(항우연)
95	수력학 시험실의 자동가압시스템 소개	김정한*, 이지성, 임하영, 한상엽(항우연)
96	액체로켓엔진 시험설비-가스공급시스템	김채형*, 유병일, 김승한, 한영민(항우연)
97	우주센터 조합조립동 고압가스 운용을 위한 고압 유연호스 종류 및 특성 연구 I	남중원*, 전영두(항우연)
98	한국형발사체 3단 추진기관시스템 산화제 공급설비의 충전 및 운용 분석	송윤호*, 이장환 김용욱, 이정호, 김동기, 조기주(항우연)
99	시험발사체 발사체고정장치용 파이로밸브의 발사운용	이영호*(항우연)
100	터보프롭 엔진 연료필터 오염 원인 탐구	이형원*, 이충렬, 조하나(ADD)
101	나로우주센터 추진제 공급장비 운영이력	임병직*, 황도근, 이병용, 제원주, 최환석(항우연)
102	75톤급 액체로켓엔진 장시간 연소시험에서의 산화제 공급 결과	임지혁*, 서대반, 황창환, 유병일, 이광진, 김승한, 한영민(항우연)
103	엔진 고공 시험 설비 엔진 퍼지가 초기 진공 압력에 미치는 영향	전준수*, 김승한, 한영민(항우연)
104	한국형발사체 1단 EM CAD 모델 구성	정동호*, 공철원, 박종찬(항우연)
105	한국형발사체 3단 비연소시험 수행 결과 및 해석 모델 검증	정영석*, 백승환, 박광근, 조기주(항우연)
106	한국형발사체 75톤급 엔진시스템 조립공정절차시스템 구축	최영인*, 문윤완, 김진한(항우연)
107	비행체 연료탱크 압력조절 시스템 설계 연구	황유준*, 이주영, 구본웅, 유정규(ADD)

Granule을 고려한 복합화약의 충격 전달에 의한 폭굉 수치해석 연구

최상훈* · 김보훈** · 여재익*†

Shock to detonation simulation of granular heterogeneous explosive

Sanghun Choi* · Bohoon Kim** · Jai-ick Yoh*†

ABSTRACT

Numerical analysis of mesoscale simulation was performed considering the geometry of granular high explosive and reactive metal particles. Unlike the continuum model that all materials are considered as a single substance, mesoscale simulation analyzes all the materials contained in the heterogeneous explosive. The behavior by impact of granular HMX and RDX explosives was investigated through interaction with non-reacting binder and reactive metal particles. The reaction model of the mesoscale and continuum analysis was verified by the rate stick experiment. This mesoscale simulation confirmed the behavior and reaction of the individual materials of the composite powder, which was difficult to confirm by continuum analysis and experiment.

* 서울대학교 기계항공공학부
** California Institute of Technology
† 교신저자, E-mail: jjyoh@snu.ac.kr

초 록

본 연구에서는 고폭화약의 Granule과 반응성 금속을 고려한 메조스케일 시뮬레이션이 수행되었다. 복합화약의 모든 물질을 하나의 물질로 생각하고 해석하는 연속체 가정 해석과 달리 메조스케일 시뮬레이션에서는 복합화약에 함유된 모든 물질을 고려한 해석을 진행한다. 본 연구에서는 충격에 의한 HMX와 RDX의 폭굉반응과 함께 비반응성 바인더와 반응성 금속의 거동을 해석하였다. 또한 반응막대 실험을 통해 이러한 메조스케일 해석과 연속체 해석의 폭굉 반응모델에 대한 검증을 진행하였다. 이러한 메조스케일 수치해석을 통해 연속체 해석 및 실험적으로 확인하기 어려웠던 복합화약의 개별 물질들의 거동 및 반응을 확인할 수 있다.

Key Words: Key Words: Heterogeneous explosive(복합화약), Detonation(폭굉), Deflagration(폭연), Shock-particle interaction(충격파-입자 상호작용), Simulation(전산모사)

후 기

본 연구는 서울대학교 차세대 우주추진 연구센터와 연계된 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행한 선도연구센터지원사업(No. 2013073861)의 연구 결과이며, 지원에 대하여 감사드립니다. 이와 더불어 본 연구는 국방과학연구소의 지원을 받은 고폭화약의 폭발성능 및 운용안정성 정밀해석 SW 개발(핵심 SW 응용연구)을 통해 수행되었습니다.