

구매조건부신제품개발사업 구매연계형 과제제안서

I. 개발기술 개요

① 개발과제명	공기호흡기용 탈부착형 범용 콕 커플러 개발			
② 개발제품명	콕 커플러			
③ 기술분류	구 분	산업기술 표준분류	국가과학기술 표준분류	6T
	대분류	기계·소개	기계	기타
	중분류	산업/일반기계	산업·일반기계	-
	소분류	방재·소방기계	방재·소방기계	-
	* 수요처의 업종이 아닌 개발제품의 기술분류를 기재, 별첨 참조			
④ 개발기간 및 연구개발비 규모	개발기간	24 개월	정부지원 연구개발비	5 억원
	* 개발기간은 시험평가(신뢰성 인증)소요기간을 포함하여 예상되는 총 개발기간을 기재, 향후 조기완료가 가능하므로 적정한 기간을 산정 * 정부지원연구개발비는 공고문의 유형별 지원조건을 참조하여 총 정부지원연구개발비 계상			
⑤ 구매계획	구 분	구매수량	구매단가	예상구매액
	1년차	2,000 (개)	0.3 (백만원)	600 (백만원)
	2년차	2,000 (개)	0.3 (백만원)	600 (백만원)
	3년차	2,000 (개)	0.3 (백만원)	600 (백만원)
	4년차	2,000 (개)	0.3 (백만원)	600 (백만원)
	5년차	2,000 (개)	0.3 (백만원)	600 (백만원)
	5년차 이후	30,000 (개)	0.3 (백만원)	9,000 (백만원)
	총 계	40,000 (개)	0.3 (백만원)	12,000 (백만원)
	* 구매예상액은 정부출연금의 3배 이상			
⑥ 키워드	(한글)	공기 호흡기	탈/부착	콕 커플러
	(영문)	Respirator	Detachable	Quick Coupler

II. 개발기술 세부내용

⑦ 개발 목표 및 개발필요성

1. 광범위하게 사용되는 공기호흡기

- "공기호흡기"란 소화 또는 구조활동 시에 화재로 인하여 발생하는 각종 유독가스가 있는 장소에서 일정 시간 사용할 수 있도록 제조된 압축공기식 개인 호흡장비임.
- 공기호흡기의 최고충전압력은 30MPa 이상으로서 공기용기에 충전되는 공기의 양은 40 L/min로 호흡하는 경우 사용시간이 30분 이상이어야 하며 연속적으로 안정적인 동작이 가능하여야 함.
- 공기호흡기는 면체, 고압 공기용기, 공급밸브, 배기밸브, 감압밸브, 등지게, 압력지시계, 경보장치 및 급기호스 등으로 구성됨.
- 아래는 일반적으로 판매되고 있는 공기호흡기의 형태임.



그림 1 공기호흡기 예시(Honeywell, 미국)

- 공기 호흡기는 최고 압력이 300bar 이상으로 정의되어 있으며 해당 고압의 공기가 인체에 안정적으로 주입될 수 있도록 연결이 되어야 함에 따라 단계별로 압력을 낮추어 가는 구조임. 따라서 공급밸브의 밸브위치가 상류 측에 있을 때는 중압안전밸브를 갖추는 구조로 되어 있음.
- 공급밸브가 상류 측에 위치하므로 공급 밸브와 중압밸브 사이의 연결을 위한 연결부의 압력은 공기탱크의 최대 압력과 동일하며, 따라서 높은 압력에서 정상 동작하며 안전을 보장할 수 있는 연결 구조를 가져야 함.

2. 공기호흡기 단위 부품 국산화 개발 필요

- 본 연구는 수요처는 기존에 개발하여 판매하는 방산관련 제품을 시장에 공급하고 있으며 공기호흡기는 라이선스 공급을 하고 있으며 해당 구성은 공기호흡기 전반과 동일함.
- 라이선스를 통한 시장 공급을 기준으로 할 때, 각 단위 부품에 대한 국산화 및 이를 통한 대체의 필요가 있음.
- 이에 수요처는 장기적으로 각 부품에 대한 국산화를 진행하여 기존에 판매하고 있는 제품에 대한 경쟁력을 높이하고자 하며 각 단위 부품에 대한 국산화를 목표로 추진 중임.
- 장기적으로 제품에 대한 부품 국산화를 단계적으로 수행하여 수입을 대체하고 장기적으로 기존의 기술력과 판매되는 제품을 업그레이드하여 수출하고자 함.
- 부품에 대한 국산화 1차 품목은 퀵 커플러로 선정하였음.
- 이는 코로나 이후에 부품 수급상의 문제로 인해서 부품의 가격이 계속 상승함에 따라 전체적으로 가격 경쟁력의 제고가 필요한 시점은.
- 아래는 개발하고자 하는 퀵 커플러의 제품 탈착 형태임.



그림 2 H사 퀵 커플러(국산화 대체 필요 부품)

3. 소방공무원의 현장 요구 반영한 퀵 커플러 개발

- 공기호흡기에서 사용되고 있는 커플러는 고압부에서 사용되는 연결 밸브로서 최대 압력은 300bar의 압력에도 정상 작동해야 하며 해당 압력에서도 탈착되지 않도록 견고하게 부착되어야 함. 아울러 해당 압력에서도 리크가 발생하지 않아야 함.
- 아울러 공기호흡기로서 연속적으로 사용할 수 있도록 현장에서 공기탱크를 바꿀 수 있어야 하며 이때 현장에서 손쉽게 연결을 해제할 수 있는 커플러가 되어야 함.
- 이러한 기능을 위한 커플러를 퀵 커플러(Quick Coupler)로 명칭하

고 있으며 일반형 제품은 다수 개발 및 판매되고 있음.

- 본 연구에서는 소방공무원이 사고나 화재 현장에서 편리하게 연결을 해제할 수 있어야 함.
- 현재 국내에서 공급되는 제품은 고압의 연결 및 연속적인 사용할 때에 압력 강하로 연결부에 결로 현상 발생함에 따라 연결에 따른 체결을 해제할 때에 신속하게 연결이 해제되지 않는 단점이 존재하고 있음.
- 상기 현상은 고압의 공기가 중압부로 연결되면 압력 저하에 의해서 냉각현상이 발생하여 고압 연결 커플러에 성애가 발생하게 되며 이로 인해 분리할 때에 자동으로 분리되지 않는 단점이 존재하고 있음.
- 따라서 개발하고자 하는 쿼크 커플러는 분리할 때에 자체적인 반동을 생성할 수 있도록 개발하여 손쉽게 해제될 수 있어야 함.

4. 기존 제품보다 기술적인 우위 및 특허 회피 설계가 필요

- 개발대상 제품인 quick coupler는 기존의 제품과 동등 이상의 성능을 발휘할 수 있어야 함.
- 현재 쿼크 커플러는 해외 특허를 가지고 있음에 따라 특허 회피를 위한 전략이 반드시 필요하며 아래는 현재 글로벌 공급사인 H사 보유한 특허임
- 해당 특허의 핵심은 원터치 체결 및 원터치 분리가 가능한 구조로 설계 구조로서 사용자가 실수로 분리 해제를 시도하더라도 해제가 쉽게 되지 않도록 단순한 동작으로는 해제가 되지 않도록 구성이 되어 있음.
- 개발제품은 상기 특허에 저촉되지 않는 설계가 필요하며 해당 특허 대표 도면은 아래와 같음.

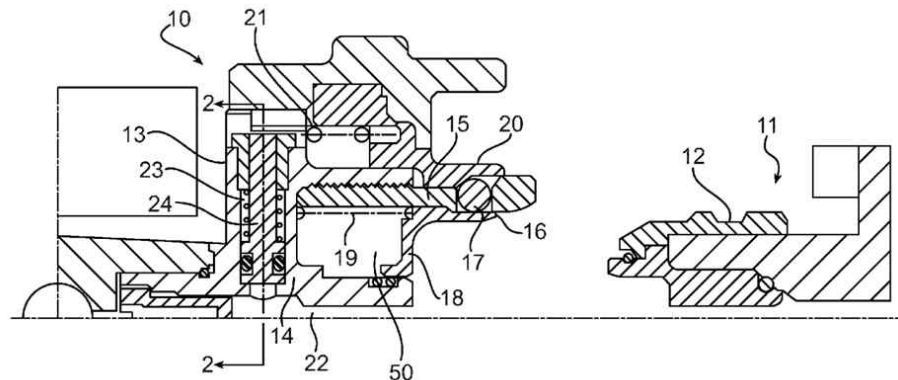


그림 3 미국 특허(US 9,528,647)

⑧ 기술동향 및 수준

국내

▶ 국내 기술 및 제품 현황

1. 국내 경쟁기관은 제한적임.

- 공기호흡기는 과거 국내에는 (주)산청과 (주)삼공물산이 주도하였으며 현재 각 회사가 H사와 본 수요처로 각각 합병을 통하여 변경된 바 있음.
- 특히 공기호흡기는 국내 최초로 삼공물산에서 선행 개발하여 공급된 바 있으며 최근에는 해외 H사로부터 제품을 수입하여 시장에 공급하고 있음.
- 아래는 국내 H사에서 공급하고 있는 공기호흡기로서 제품의 형태는 아래와 같음.



그림 4 국내 H사 공기호흡기

2. 공기호흡기 관련 형식승인 제도로 제품 품질을 관리

- 공기호흡기는 소방공무원을 비롯하여 제품을 사용하는 관련자의 생명과 연결된 중요 장비임에 따라 제품에 대한 엄격한 형식승인 제도를 통해서 관리되고 있음.
- 주요 소방방재청 고시로는 2005년 1월 27일에 고시된 ‘공기호흡기의 형식승인 및 검정기술기준’으로서 공기호흡기에 대한 규격, 구조, 재료 및 중요 부품에 대한 품질 기준을 제시하였음. 주요 부품으로는 공급밸브, 배기밸브, 면체, 밀빵 및 벨트 등으로 구성되어 있음.
- 최근 2022년 소방청 고시로는 2022년 12월 1일로 고시된 ‘공기호흡기의 형식승인 및 제품검사의 기술기준’으로서 상기 고시에 더하여 내부식성 시험, 경보장치, 사이렌, 내약품성 등 제품 성능에 따라 추가된 항목에 대한 고시를 추가하여 제정되어 더욱 공기호흡기의 안전

		<p>에 대한 주요 항목을 추가하였음.</p> <p>3. 쿼 커플러에 대한 개선 요구를 반영해야 함.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 현재 H사에서 공급한 공급밸브는 아래와 같은 형상으로 제작 및 적용되고 있으며, 단순한 동작에서 체결이 풀리는 문제가 현장에서 지적되는 것으로 알려져 있음. • 공기호흡기에 적용되는 쿼 커플러는 사용자의 실수에도 분리가 되지 않는 구조를 갖도록 설계 및 제작이 필요하다 할 수 있음. <div data-bbox="703 645 1321 1059" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">그림 5 H사 쿼 커플러</p>
	<p style="text-align: center;">국외</p>	<p>▶ 해외 기술 및 제품 현황</p> <p>1. 공기호흡기 유사 제품 공급 업체가 많음</p> <ul style="list-style-type: none"> • 해외에는 공기호흡기를 공급하는 유사 업체가 많이 있으며 다양한 제품군이 있음. <div data-bbox="812 1321 1206 1892" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">그림 6 공기호흡기(MSA, 미국)</p>



그림 7 공기호흡기(Dräger, 독일)



그림 8 공기호흡기(Sperian, 캐나다)

- 해외 각 업체에서 제공하는 공기호흡기의 구성은 대동소이한 부분으로 구성되며 최근에는 공기호흡기의 상태를 유선 또는 무선으로 데이터를 표시하여 사용자가 공기호흡기의 상태를 정확하게 인지할 수 있도록 개발된 장비가 공급되고 있음.

2. 다양한 Quick Coupler 다양한 제품이 공급됨

- 공기호흡기용 커넥터는 고압의 공기를 공급함에 따라 다양한 형태의 연결제품이 있음.
- 아래는 quick connector 공급사인 S사의 커플러이며 내부에 PTFE seal이 장착되고 최대 310bar까지 내압능력이 있는 제품임.



그림 9 Pull형 분리 커플러(Swagelok, 미국)

- Quick coupler의 기능을 함과 함께 사용자의 실수를 줄이기 위한 다양한 형태의 safety lock을 채택한 부품의 개발이 필요하며 그 형태는 다양함.



그림 10 버튼형 누름형 안전 커플러(Xhnotation, 중국)



그림 11 2단계 분리형 안전 커플러 (GAV, 이탈리아)

3. 개발사양을 반영한 Quick coupler

- 상기의 상용 퀵 커플러를 공기호흡기에 사용하는 데 있어서 가장 큰 제약 조건은 2가지로서 높은 압력에서 견딜 수 있는 구조와 리크가 없어야 한다는 점임.

- 2가지 모든 조건을 만족시키기 위한 구조의 설계가 필요하며 장기적인 연결에서도 내구성 있는 제품 설계 및 제작이 필요할 것으로 판단됨.
- 아래는 300bar의 내압 성능을 갖는 H사의 2중 안전 커플러의 연결 및 체결 구조를 간략하게 소개하였음.

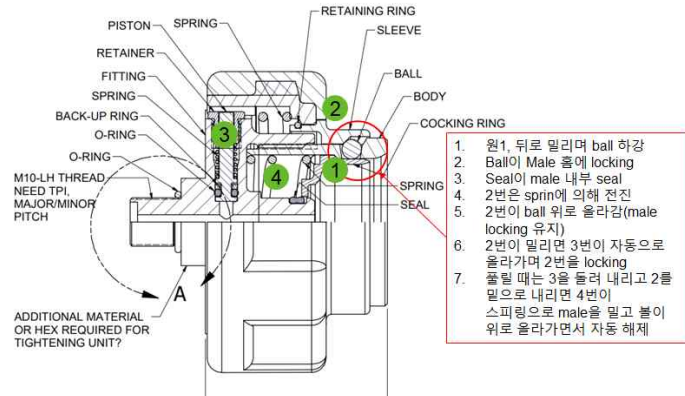


그림 12 해외 H사 연결 및 체결 방법

4. 수요처 판매 시장 분석

- 수요처는 공기호흡기를 최근에 연간 1,000 ~ 2,000세트를 지속적으로 공급하고 있음.
- 이는 공기호흡기가 소방, 국방 및 안전 목적으로 사용하고 있음에 따라 꾸준한 재구매가 발생하고 있음.
- 따라서 본 수요처는 쿼터 커플러의 연간 구매를 2,000개로 설정하였으며 고압부에 연결됨에 따라 주기적인 교체 시장의 요구가 발생하고 있음
- 따라서 국내시장 규모를 연간 2,000개를 수요로 하며 대당 30만원으로 가격을 산정하였음.
- 제품 개발 이후에 해당 제품에 대한 국제 특허를 취득하고 이를 통해 장기적으로 해외 판매를 염두에 두고 개발을 진행할 수 있음.

표 5 수요처 매출 예상

판매처 (수요처)	국가 명	판매 단가 (천원)	판매량 (개)	예상 총 판매금 (억원)
(자체 수요) 5년간	한국	300	10,000	누계 : 30억원
(자체 수요) 15년간	한국	300	30,000	누계 : 900억원
해외 시장 5년간	해외	250	40,000	누계 : 600억원

<p>⑨ 개발기술</p> <p>세부요구수준 (성능, 규격 등)</p>	<p>※ 개발제품의 세부성능, 규격 등</p>
	<p>▶ 개발 측정기의 주요 개발 요구 항목</p> <p>1. 고압부에서의 안전을 보장할 수 있는 구조 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> 고압부의 압력은 300bar를 상회함에 따라 구조물의 압력은 고압의 압력을 견딜 수 있는 구조물이어야 함. 고압의 압력을 견딜 수 있는 구조물의 크기 및 실링을 위한 부품을 선정하여 고압에서 견딜 수 있도록 설계하여야 함. <p>2. 기밀 구조를 가진 구조 설계 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> 커플러는 고압에서도 리크가 없는 실링 구조를 가져야 함. 실링을 위한 오링 재질은 PTFE 재질을 선정하여 강도를 유지하면서 리크를 최소화할 수 있는 오링의 선정이 필요함. 리크가 없는 기밀구조가 되도록 고압 테스트를 실시하여 제품을 조립한 이후에 연속적으로 착탈을 반복적으로 실시한 이후에도 부품의 손상이 없도록 구조 설계가 필요함. <p>3. 내열, 내한의 특성 구조 설계 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> 공기호흡기는 4계절을 연속적으로 사용하고 때에 따라서는 고온의 조건에서 부품을 사용해야 함에 따라 내열 및 내한성의 특성을 가져야 함. 내열성은 70℃ 이상에도 정상 동작이 할 수 있는 특성이 있어야 내한성은 -20℃에서도 정상 동작을 할 수 있어야 함. 각각의 특성은 시제품을 제작한 이후에 다수의 샘플을 동시에 테스트하여 그 성능을 평가할 예정임. <p>4. 내부식성 특성의 구조 설계 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> 공기호흡기는 장소에 상관없이 사용해야 함에 따라 해안가, 해양 플랜트 등 다양한 현장에서 사용하게 됨. 따라서 해수 테스트를 통하여 제작된 부품의 테스트를 실시할 예정이며 테스트 이후에 중요 성능에 이상 유무를 실시할 예정임. 부식이 예상되는 주요 부분은 반드시 SUS316 계열의 재질을 사용하여 부식을 예방하여야 함. <p>5. 원터치 체결 및 해제를 위한 구조 설계 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> 현장 소방공무원의 의견을 반영하여 고압부의 밸브는 원터치로 체결하고 분리할 수 있는 구조 설계가 필요함. 특히 해제 시에는 사용자의 실수로 인하여 체결이 해제되지 않는 구조 설계가 필요함. 상기 설계는 특히 특허 등 제품 판매에 영향이 없는 부품 설계가 반드시 검토되고 실행되어야 함. <p>▶ 개발제품의 성능 지표 및 시험 방법 (형식승인 기준을 적용_</p>

1. 기밀성 시험

- 공기압을 5분간 가하는 경우 각 부분에 누기가 생기지 아니하여야 함
- 고압부분(고압공기용기, 개폐밸브, 고압호스, 감압밸브, 압력지시계 및 각 고압연결부)은 최고충전압력(35 ℃에서의 압력)

2. 내열성

- 공기호흡기는 (70 ± 2) ℃의 온도 중에 6시간 놓아두어도 점착·균열 등이 생기지 아니하여야 하는 규정을 차용하여 적용함.

3. 내한성

- 공기 호흡기는 (-20 ± 2) ℃의 온도 중에 3시간 놓아두어도 균열·파손 등이 생기지 아니하여야 하는 규정을 차용하여 적용함.

4. 내압성

- 체결된 상태에서 300bar 이상의 압력이 형성될 경우에도 제품 체결이 풀리지 않아야 함.

5. 반복 내구성 시험

- 800시간 동안 제조자가 제시한 소모품 주기 이외의 부품에 대해 변형, 탈락, 균열 또는 손상 등의 이상이 생기지 아니하여야 하며, 제30조(충전압력) 및 제35조(공기질 분석)의 시험기준에 적합하여야 하는 규정을 만족한 시험

6. 원터치 잠금

- 고압 밸브를 체결할 시에 사용자가 체결을 위한 밸브를 연결을 시도할 때 1회의 동작으로 체결할 수 있어야 함.

7. 안전 풀림

- 고압 밸브를 해제할 시에 사용자가 연결을 해제하기 위한 단순한 동작 - 밀기, 당기기 등 - 의 단순한 동작에 의해서 체결이 풀리지 않는 안전 풀림을 적용한 설계가 되어야 함.
- 장치에 대해서 반복적이고 안정적인 연결을 가능하여야 함.

개발항목(성능지표)	규격/단위	개발목표	객관적 측정방법
1. 기밀성	유무	5분간 누기 없을 것 (5세트 동시 테스트)	공인기관 공인성적서
2. 내열성	정상작동 유무	70±2 ℃ / 6시간 (5세트 동시 테스트)	공인기관 공인성적서
3. 내한성	정상작동 유무	-20±2 ℃ / 6시간 (5세트 동시 테스트)	공인기관 공인성적서
4. 내압성	체결 풀림 유무	금속 내압 테스트 (5세트 동시 테스트)	공인기관 공인성적서
5. 반복성	정상작동	1000시간 내, 1,000회	수요처

		유무	테스트 착탈 테스트 (5세트 동시 테스트)	자체성적서
	6. 원터치 잠금	가부	원터치 연결 (5세트 동시 테스트)	공인기관 공인성적서
	7 안전 풀림	가부	단순 동작에 의해서 분리되지 않음. (5세트 동시 테스트)	공인기관 공인성적서
	신뢰성 인증방법	공인기관의 시험 성적서		
	* 핵심항목 5가지 이상으로 작성하되, 필요시 칸을 추가하여 작성			

⑩ 비교 (특이사항 등)	※ 해외인증, 수요처의 시험테스트 요건, 적용시기, 개발요건 등
	<div>1. 국내·외 지적재산권 취득<ul style="list-style-type: none">특허 : 안전형 쿼 커플러 구조디자인 : 쿼 커플러 외형</div> <div>2. 연구 결과물<ul style="list-style-type: none">고압, 기밀형 쿼 커플러내구성을 고려한 제품 설계공인성적서 및 현장점검 결과보고서</div> <div>3. 국내 수입 대체 및 해외 수출 지원<ul style="list-style-type: none">수요처의 수입 제품 대체국내 및 해외 환경전시회에 수요처와 함께 제품 출시해외 주요 파트너 소개를 통한 신기술 수요 파악</div>