

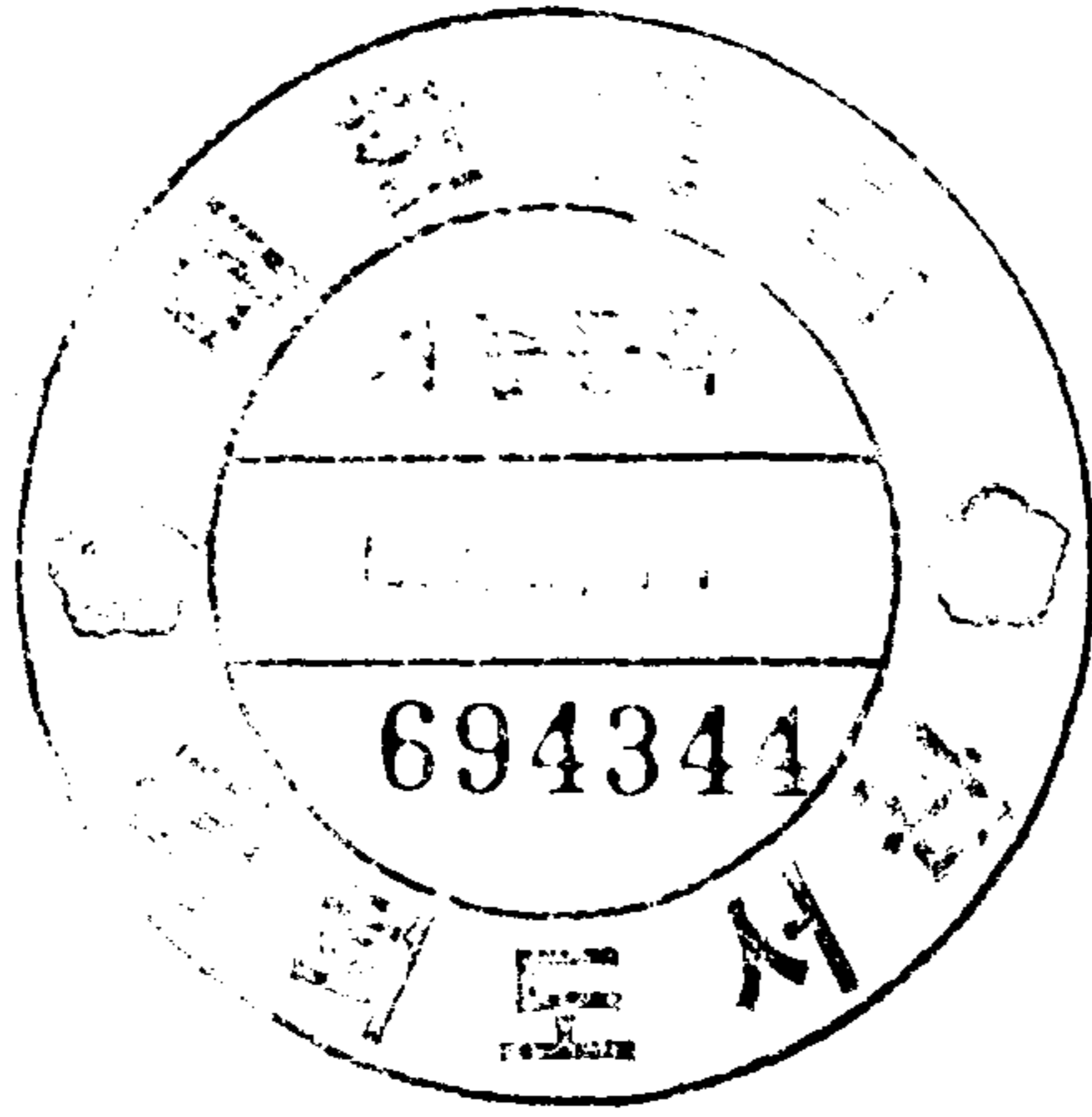
제1차년도  
최종 보고서

## 솔잎혹파리방제용 자동수간주사기 개발

Development of Synthesized Trunk Injection Apparatus  
of Insecticide for the Control  
of Pine Needle Gall Midge

임업연구원

농 립 수 산 부



## 제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “솔잎혹파리방제용 자동수간주사기 개발” 과제의  
최종보고서로 제출합니다.

1996. 11.

주관연구기관명 : 임업연구원

총괄연구책임자 : 이 범 영

연구 원 : 배 운 익

” : 김 철 수

” : 이 상 길

협동연구기관명 : 남산엔지니어링

협동연구책임자 : 임 인 선

연구 원 : 박 광 선

” : 박 성 준

여 백

## 요 약 문

### I. 제 목

솔잎혹파리방제용 자동수간주사기 개발

### II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리나라의 중요한 산림자원인 소나무림에 막중한 피해를 주고 있는 솔잎혹파리는 1929년 그 피해가 최초로 발견된 이후 급격히 확산되어 현재는 전국에 걸쳐 분포하고 있는 주요 산림 해충으로서 1995년도의 발생면적은 약 21만 5천ha에 달한다. 본해충의 방제에 관하여 많은 연구가 이루어져 왔으나 충체가 외부로 노출되는 기간이 짧고 성충우화기간이 길기 때문에 방제가 매우 어려운 생태특성을 가지고 있으며 화학적방제법으로서 수관살포나 지면약제살포는 환경오염과 자연생태계에 미치는 영향이 크고 비닐피복법은 경비가 많이 소요되는 문제점이 있다. 따라서, 본해충의 방제는 주로 생태계에 미치는 영향이 적고 살충효과가 확실한 수간주사방법에 의존하고 있으며 그 면적이 매년 증가하여 1996년도에는 약 5만 7천ha에 이르고 있다.

침투이행성 살충제를 이용한 수간주사법은 1967년에 최초로 시도되었으며 그후 1980년도 중반에 동력천공기와 연속약제주입기가 개발되어 현재에 이르고 있다. 그러나, 수간주사작업의 사업비용 약 290억원 중 인건비가 차지하는 비율이 상당히 높아서 총사업비의 약 80%인 230억원에 달하며 사용약제가 고독성이기 때문에

매년 농약중독사고가 발생하고 있는 실정이다.

따라서, 현재 사용되고 있는 수간주사방법이 천공작업과 약제 주입작업이 분리되어 작업능률이 저하되고 농약안전사용에 대한 문제점을 내포하고 있어 천공과 약제주입을 1인이 동시에 실행할 수 있는 동력천공주사기를 개발하여 방제인력을 절감시키고 고독성 농약사용에 대한 안전성과 방제효과를 더욱 높일 수 있는 방안을 강구코저 하였다.

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

주요 산림해충인 솔잎혹파리 및 솔껍질깍지벌레 방제작업현장의 애로해결을 위한 기술개발과제로서 1인이 천공과 약제주입을 동시에 실행할 수 있는 자동수간주사기 개발을 위하여 다음과 같은 연구가 수행되었다.

1. 동력전달기관의 탐색
2. 개발제품의 설계 및 제작
3. 산지적용시험(천공방법,작업공정,약제주입누락율등)
4. 실연방제효과분석
5. 개발제품의 경제성

### Ⅳ. 연구개발의 결과

#### 1.개발제품의 설계

1)약제용기 및 장착장치: 약제손실이 없고 사용약제에 대한 화학반응이 일어나지 않는 재질을 이용, 약제주입이 원활한 구조로

설계하였으며 용기부착시 천공작업에 지장을 초래하지 않도록 엔진부에 장착할 수 있는 홀더를 개발하였다.

2)후렉시블케이블: 동력전달력이 우수하고 내구성이 강하며 어느 각도에서나 작업이 편리하도록 휨상태가 원할하게 제작되었다.

3)약제공급관: 약제사용에 따른 변형이 없고 내구성이 높은 재질의 약제관을 선택하였다.

4)천공 및 수간주사기: 천공과 약제주입기능이 결합된 기기를 개발하여 천공후약제주입이 바로 이루어질 수 있도록 하였으며 약제누출이 없고 진동이 적은 엔진을 선택하여 최대한 경량화시켰으며 누구나 쉽게 사용할 수 있는 구조로 하였다.

## 2.시작품의 제작

제작된 시작품의 일반사양은 다음과 같다.

### 1) 엔진

-형식: 공냉식 2싸이클, 수직피스톤벨브, 휘발유엔진

-배기량: 40.6cc

-출력: 2.0마력

-중량: 6.9kg

### 2) 연속수간주사 천공건

-재질: 두랄미늄

-천공방식: 엔진 회전력을 이용한 천공



-약제주입장치: 주입량 조절이 가능한 정량 펌프주입식

-중량: 2.0kg

### 3) 약제탱크

-재질: PE

-용량: 1 l

-구조: 장착홀다에 탈부착이 신속한 구조로 안전체크밸브 내장

### 3.산지적용시험

위의 개발제품에 대한 산지적용시험이 솔잎혹파리의 피해가 심한 영동지방에서 6월에 실시되었다. 그결과 작업공정에 있어 관행제품이 ha당 3.0인의 수간주사작업인력을 필요로 하나 본개발제품은 2.0인으로서 1996년도의 수간주사면적(61,000ha)을 감안하면 연간 약 23억원의 예산절약효과가 있었으며 별도의 약제주입인부가 불필요하여 약제누출에 의한 안전성도 높일 수 있었다. 또한 천공 후 약제주입이 즉시 이루어지는 본제품은 관행제품의 약제주입누락율(15.0%)에 비하여 현저히 낮은 0.02%에 불과하였으며 방제효과도 지역에 따라 5.3%-14.1% 높게 나타났다.

### V 연구결과의 활용에 대한 건의

주요 산림해충인 솔잎혹파리 및 솔껍질깍지벌레의 방제에 적극 활용되어 방제예산의 절감, 약제누출로 인한 안전사고의 예방, 방제



효과의 증대, 부품의 국산화로 원할한 A/S체계확립 등의 효과가 인정할 수 있으며 금후 이의 적극적인 활용방안이 강구되어야 할 것으로 사료됨.

## Summary

The pine forest is most important forest resource in Korea, but has continuously been degraded due to the outbreaks of pine needle gall midge, *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye. The damage of pine needle gall midge was detected for the first time in 1929 from Seoul and Mokpo city. Since then infested pine forests of the insect pests have rapidly increased across the country, nowadays reaching up to 215,000 ha.

A variety of researches on the pine needle gall midge have been carried out for effective control measures. But there have been difficulties to control because of some ecological characteristics including the short duration of exposure to outside and lengthy period of adult emergences. As chemical control measures, crown sprays and ground application of insecticides have various side effects such as environmental pollution and degradation of natural ecosystem.

The trunk injection of systemic insecticides is, therefore, considered as a ideal control measure due to its low impact to

ecosystem and high control effectiveness. The forest area controlled by this measure increased every year, now reaching up to 57,000 ha. of forests in 1996.

Trunk injection of systemic insecticides was first introduced in 1967, and motor drill and insecticide injection apparatus were developed in the middle of 1980s. Of operation costs required for trunk injection totalling about 29 billion won, labor cost occupies relatively large proportion of 23 billion won. But operational hazards are pretty high and every year workers are often accidentally intoxicated while operation due to high level toxicity of insecticide.

In present practices of trunk injection, operations of drilling into trunk of tree and injection of insecticide are separated, and consequently reduced the operational efficiency and caused several safety problems in treatment of high toxic insecticide. To cope with these problems, synthesized trunk injection apparatus which could be operated by a worker for both drilling and injection of insecticides simultaneously are developed in the study. The synthesized trunk injection apparatus is expected to decrease the worker force necessary for operation of trunk injection and improve the safety level in applying high toxic insecticide and enhance the control effects.

# Contents

Chapter 1. Introduction -----	12
Section 1. Major insect pests of the pine forests and application of trunk injection of systemic insecticides-----	12
Section 2. Research backgrounds and necessity of development for new trunk injection apparatus-----	14
Section 3. Contents and Scopes of Research & Development-	16
Chapter 2. Design and manufacture of trial apparatus-----	17
Section 1. Design of developed apparatus -----	17
Section 2. Manufacture of trial apparatus-----	44
Chapter 3. Demonstrative tests for the control of pine needle gall midge-----	51
Section 1. Material and Methods-----	51
Section 2. Results and Discussion-----	55
Chapter 4. Conclusion-----	63
References-----	64

# 목 차

제 1 장	서 론	-----	12
제1절	주요 소나무해충의 발생 및 수간주사법 적용현황	----	12
제2절	새로운 수간주사기 개발의 필요성	-----	14
제3절	연구개발내용 및 범위	-----	16
제 2 장	시작품의 설계 및 제작	-----	17
제1절	개발제품에 대한 설계	-----	17
제2절	시작품제작	-----	44
제 3 장	실연방제시험	-----	51
제1절	재료 및 방법	-----	51
제2절	시험결과 및 고찰	-----	55
제 4 장	결 론	-----	63
	참고문헌	-----	67



## 제 1 장 서 론

### 제1절 주요 소나무해충의 발생과 수간주사법 적용현황

소나무(*Pinus densiflora*)는 북부의 고원지대를 제외한 전국의 표고 1,300m이하에 분포하는 상록침엽교목으로서 척박한 토양에서도 잘자라며 재질이 우수하고 무늬가 아름다워 건축용재, 일반용재 등으로 많이 사용되며 솔잎, 수피중 내피, 송진, 송화가루는 식용이나 약용으로 가치가 높은 수종이다. 또한, 아름다운 수형은 관상수로 훌륭할 뿐만 아니라 해안지방에 분포하는 곰솔(*Pinus thunbergii*)은 내염성이 강하고 군집성이 높아 해안사방에 많이 이용된다.

그러나, 위와같이 우리나라의 중요한 산림자원인 소나무림에 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*), 솔껍질깍지벌레(*Matsucoccus thunbergianae*)가 최근 10년간 매년 약 20-30만ha에 발생하여 막중한 피해를 주고 있다. 솔잎혹파리는 1929년 그 피해가 최초로 발견된 이후 급격히 확산되어 현재는 전국에 걸쳐 분포하고 있는 주요 산림해충으로서 1995년도의 발생면적은 약 21만 5천ha에 달한다. 본해충의 방제에 관하여 그동안 많은 연구가 이루어져 왔으나 충체가 외부로 노출되는 기간이 짧고 성충우화기간이 길기 때문에 방제가 매우 어려운 생태특성을 가지고 있으며 화학적방제로서 수관살포나 지면약제살포 또는 근부처리법등이 있으나 환경

오염과 자연생태계에 미치는 영향이 크기 때문에 조경수나 수간주사가 불가능한 치수림에 일부 사용되고 있는 실정이다. 따라서, 본해충의 방제는 주로 생태계에 미치는 영향이 적고 살충효과가 확실한 수간주사방법에 의해서 약제방제면적의 90%이상을 의존하고 있으며 그 면적이 매년 증가하여 1995년도에는 약 5만 4천ha에 달하였다(표 1). 솔껍질각지벌레는 솔잎혹파리에 비하여 발생면적은 적으나 피해목의 고사율이 보다 높고 계속 확산되고 있어 그피해가 매우 우려되는 해충으로 인식되고 있으며 1995년도의 발생면적은 약 1만4천ha이며 수간주사비율은 55.1%로서 경관보전지역등 중요한 산림에 적용되고 있다(표 2).

(표 1) 솔잎혹파리의 연도별 발생량 및 수간주사 실적

연 도	발생면적(ha)	약제방제면적(ha)			
		계	수간주사	기 타	수간주사비(%)
1986	271,043	8,278	7,891	387	95.3
1987	321,387	12,289	11,939	350	97.2
1988	327,437	19,612	19,268	344	98.2
1989	286,433	31,896	31,146	750	97.6
1990	253,504	35,161	32,434	2,727	92.2
1991	224,325	38,509	36,212	2,297	94.0
1992	211,527	39,480	32,986	6,494	83.6
1993	210,597	43,105	40,330	2,775	93.6
1994	212,220	43,797	40,767	3,030	93.1
1995	214,627	58,427	53,914	4,513	92.3

※산림청, 1996, 임업통계연보 제26호



(표 2) 솔껍질각지벌레의 연도별 발생량 및 수간주사 실적

연 도	발생면적(ha)	약제방제면적(ha)			
		계	수간주사	기 타	수간주사비(%)
1986	8,207	-	-	-	-
1987	11,258	-	-	-	-
1988	10,090	1,500	1,500	-	100.0
1989	9,935	2,016	2,016	-	100.0
1990	9,650	2,584	2,502	82	96.8
1991	10,342	3,280	3,180	100	97.0
1992	10,660	4,380	3,050	1,330	69.6
1993	12,118	4,250	4,200	50	98.8
1994	12,663	8,010	2,960	5,050	37.0
1995	13,611	6,966	3,836	3,130	55.1

※산림청, 1996, 임업통계연보 제26호

## 제2절 새로운 수간주사기 개발의 필요성

침투이행성 살충제를 이용한 수간주사법으로서 Giese와 2인은 충영해충인 *Itonidabalsamicola* Lint. 와 *Neodiprion lecontei* Fitch.를 구제하는데 매우 효과적임을 보고한바 있으며(1598), Norris는 느릅나무의 형성충을 가해하는 나무좀류인 *Scolytus multistriatus* Marsh.에 우수한 살충효과가 있음을 보고한 바 있다 (1960).

국내에서의 솔잎혹파리 방제로서 포스팜액제에 의한 수간주사 방법이 1967년에 최초로 시도되어 그효과가 인정되었다. 그후 1980년도 중반에 동력천공기가 개발되어 그영향으로 작업의 생력화가 이루어졌고 뒤이어 1980년도 후반부터 연속주사기가 보급되면서 안전사고의 예방과 약액의 정량주입에 의해 살충효과가 높아지면서 가장 유력한 방제수단으로 최근 방제물량이 급격하게 증가되어 왔다. 그럼에도 불구하고 (표 3)에서와같이 수간주사작업의 사업비용 약 290억원 중 인건비가 차지하는 비율이 상당히 높아서 총사업비의 약 80%인 230억원에 달하여 이의 개선이 필요하며 사용약제가 고독성이기 때문에 매년 농약중독사고가 빈번하게 발생하고 있는 실정이다.

따라서, 현재 사용되고 있는 수간주사방법이 천공작업과 약제주입작업이 분리되어 작업능률이 저하되고 농약안전사용에 대한 문제점을 내포하고 있어 천공과 약제주입을 1인이 동시에 실행할 수 있는 동력천공주사기를 개발하여 방제인력을 절감시키고 고독성 농약사용에 대한 안전성과 방제효과를 더욱 높일 수 있는 방안을 강구코저 하였다.

(표 3) 수간주사 사업비의 구성비

(단위: 천원)

대상해충	계	약제대	인건비	자재대	운반비및 부대비
솔잎혹파리	26,964,930	2,838,443	21,556,196	381,591	2,188,700
솔껍질각지벌레	2,033,741	353,535	1,442,728	24,725	212,753
계	28,998,671	3,191,978	22,998,924	406,316	2,401,453
구성비(%)	100.0	11.0	79.3	1.4	8.3

※ 산림청, 1996, 산림병해충방제세부지침

### 제 3 절 연구개발 내용 및 범위

주요 산림해충인 솔잎혹파리 및 솔껍질깍지벌레 방제작업현장의 애로해결을 위한 기술개발과제로서 1인이 천공과 약제주입을 동시에 실행할 수 있는 자동수간주사기 개발을 위하여 다음과 같은 연구가 수행되었다.

1. 동력전달기관의 탐색
2. 개발제품의 설계 및 제작
3. 실연방제시험(천공방법,작업공정,약제주입누락율,내구성등)
4. 실연방제효과분석
5. 개발제품의 경제성

## 제 2 장 시작품의 설계 및 제작

### 제 1 절 개발제품에 대한 설계

수간주사법은 주요 산림해충인 솔잎혹파리 및 솔껍질각지벌레의 방제에 널리 활용하고 있으나 천공과 약제주입작업이 분리되어 작업능률의 저하는 물론 사용농약에 의한 안전사고의 문제점을 내포하고 있다. 따라서 1인이 천공과 약제주입을 동시에 할 수 있는 수간주사법을 개발하여 작업공정을 단축시키고 작업장소가 산지인 점을 감안한 설계가 이루어졌다.

#### 1. 약제용기 및 용기장착장치

약제용기는 기존의 분리형 4ℓ 용기를 휴대와 장착이 용이한 1ℓ 용기로 개선하였으며 본 작업에 사용하는 약제가 맹독성이며 침투이행성이 강하므로 작업자의 피부에 접촉하여 안전사고를 유발하는 경우가 있기 때문에 이를 예방하고 약제의 손실이 없으며 사용약제에 대하여 화학적 반응이 일어나지 않는 재질을 이용하여 약제주입이 원활한 구조로 설계하였다. 또한 개발된 용기를 부착함으로써 천공작업에 지장을 초래하지 않도록 엔진부에 장착시킬수 있는 홀더를 개발하였다.

## 2. 후렉시블 케이블 및 약제공급관

후렉시블케이블은 엔진부와 천공드릴을 연결시켜주는 중요한 기능을 가지고 있기 때문에 동력전달력이 우수하고 내구성이 강하며 어느 각도에서나 작업이 편리하도록 휨상태가 원할하게 제작하고 약제공급관은 약제사용에 따른 변형이 없고 내구성이 높은 재질의 약제관을 선택하였다.

## 3. 천공 및 약제주입기능 천공건

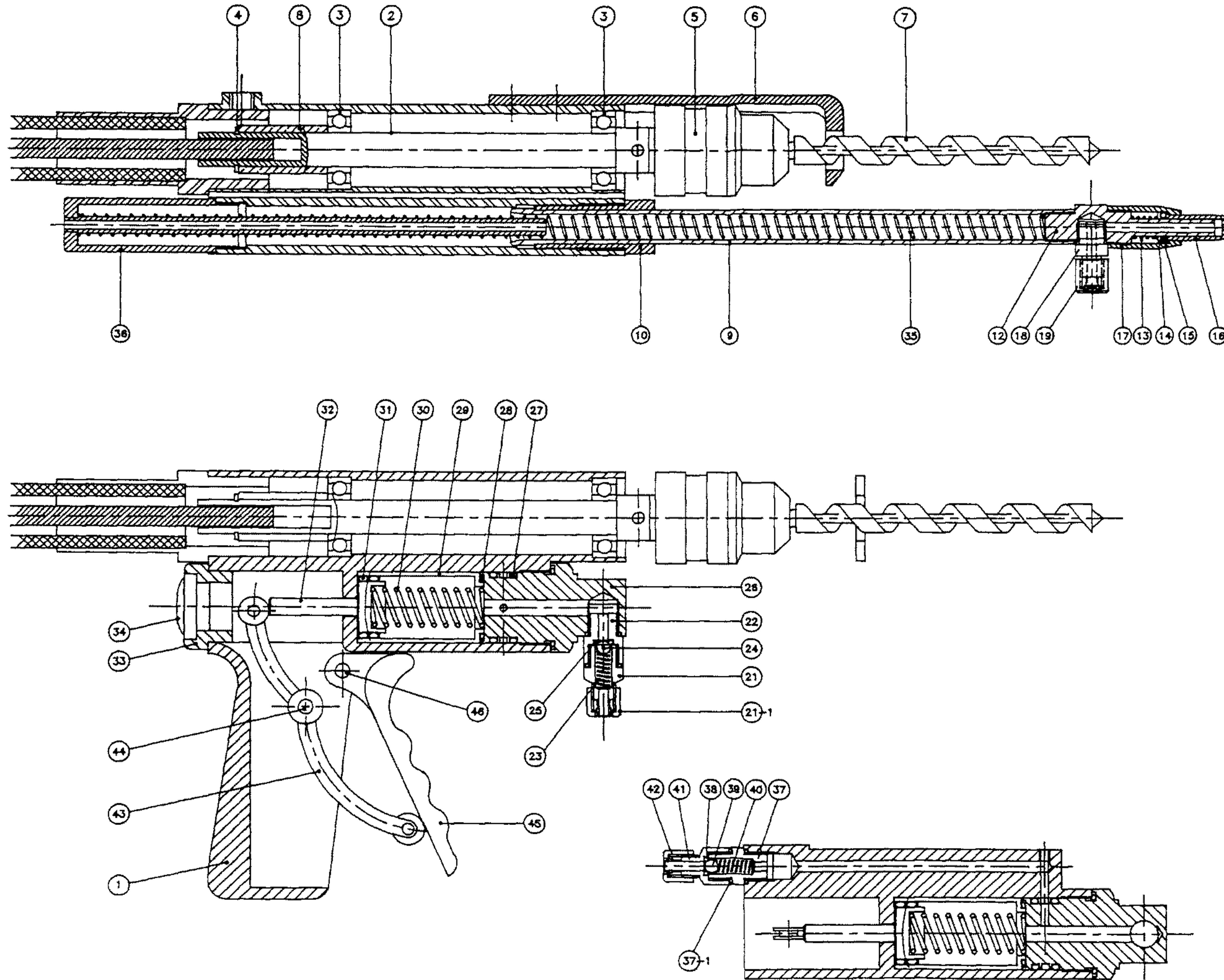
천공과 약제주입기능이 결합된 기기를 개발하여 천공후 약제주입이 바로 이루어질 수 있도록 하였으며 약제누출이 없고 산지에서 장시간 사용에 따른 피로도를 덜기 위하여 진동이 적은 엔진를 선택하여 최대한 경량화시켰으며 구조가 복잡하지 않아 누구나 쉽게 이용할 수 있는 기기로 설계하였다.

## 4. 각부품별 설계도

천공 및 약제주입기능 천공건, 약제용기 및 장착장치 등의 설계도는 다음과 같다.



ON'DWG



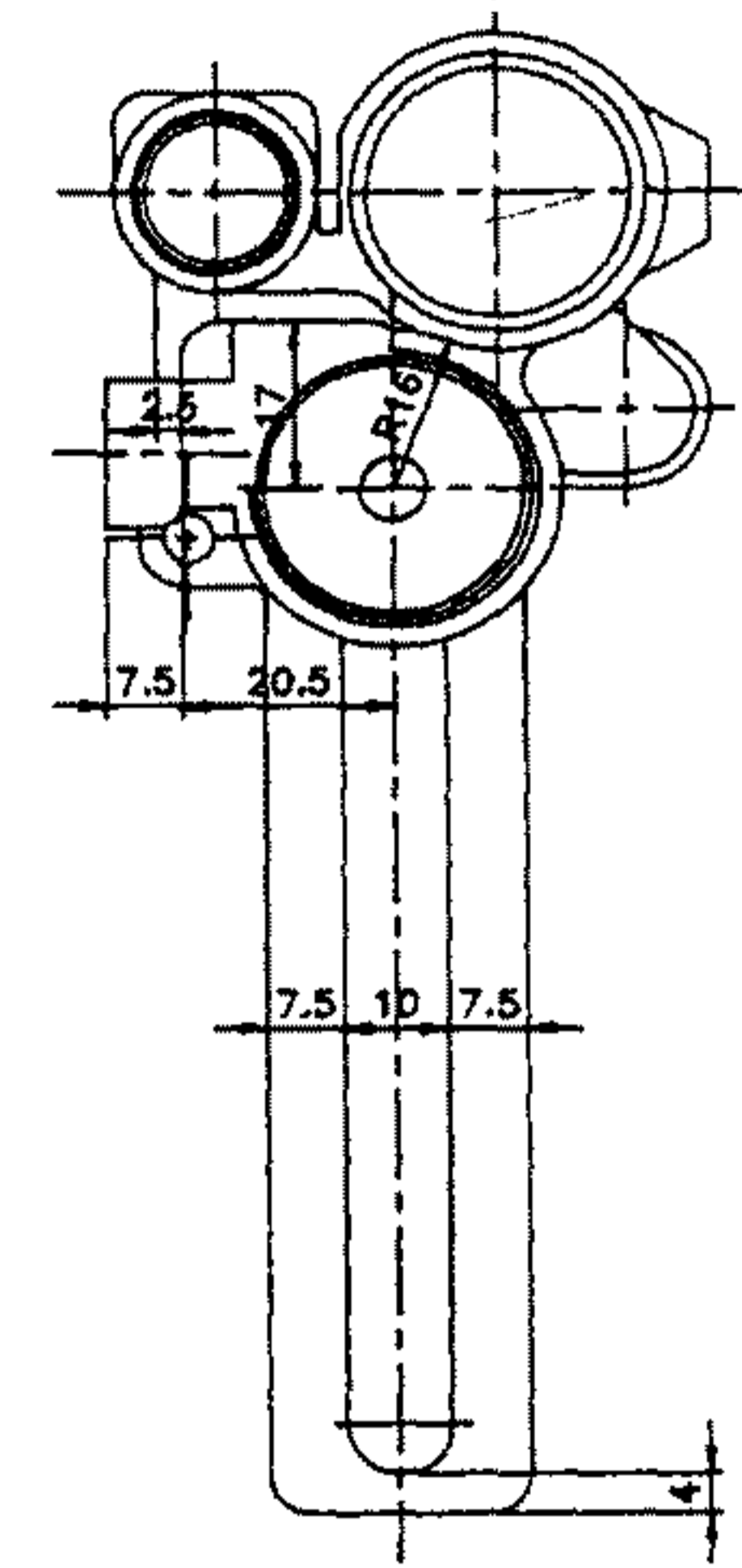
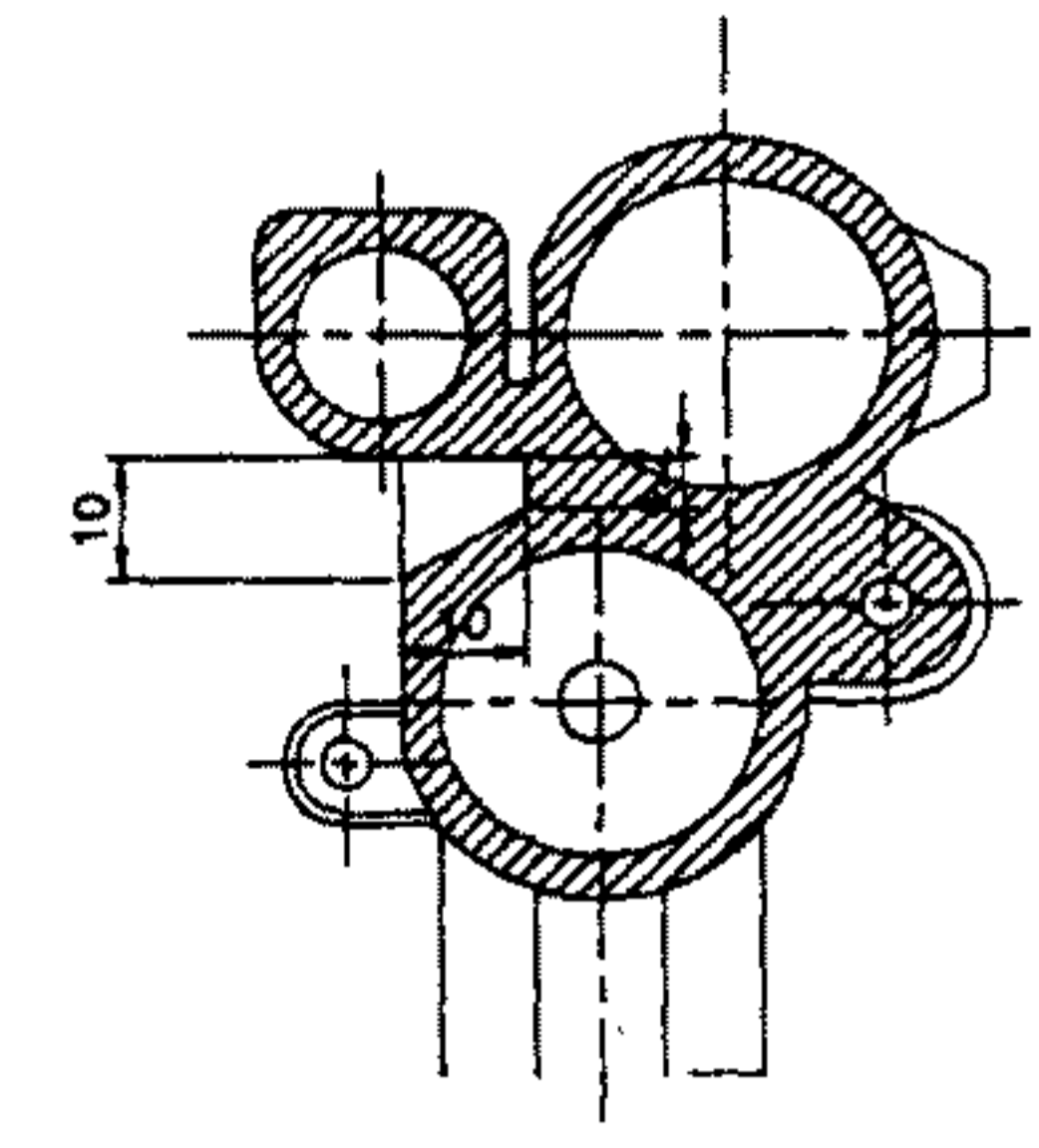
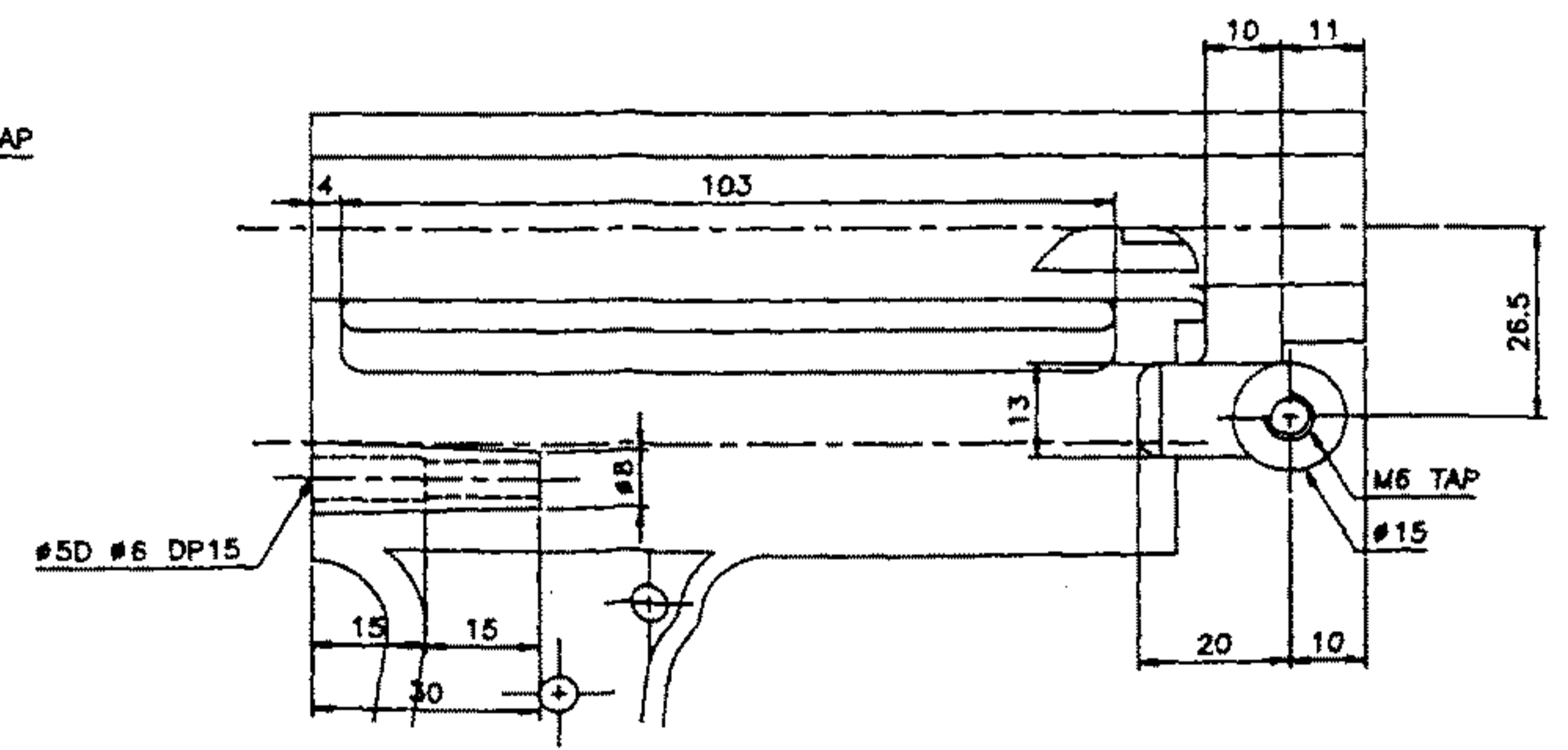
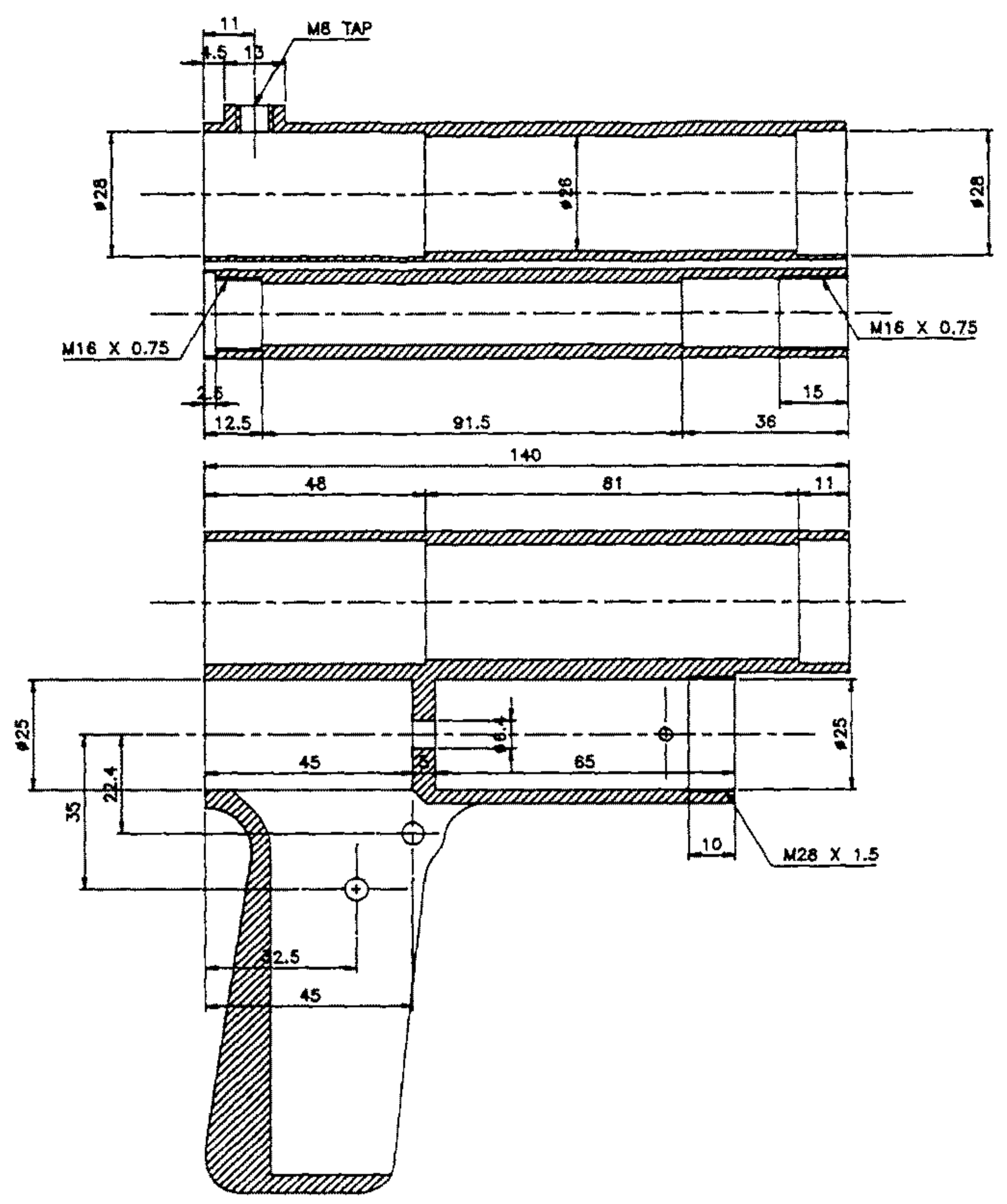
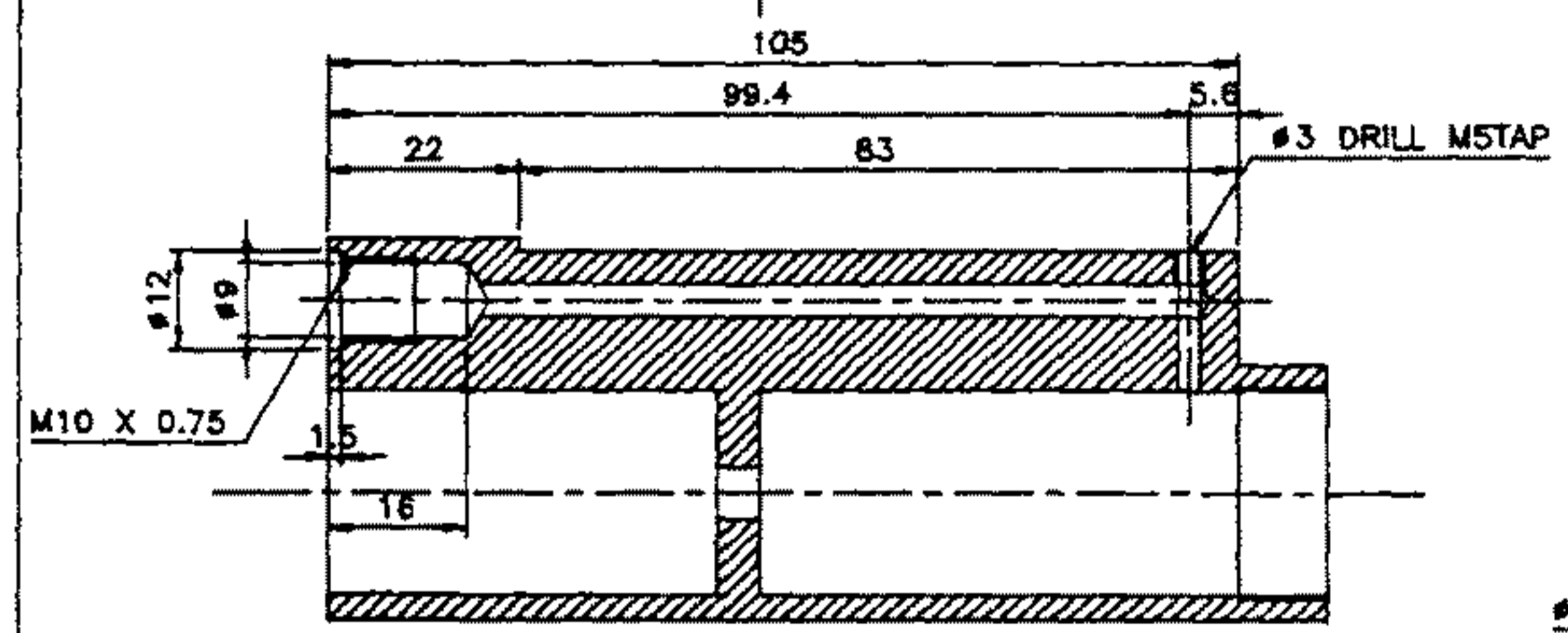
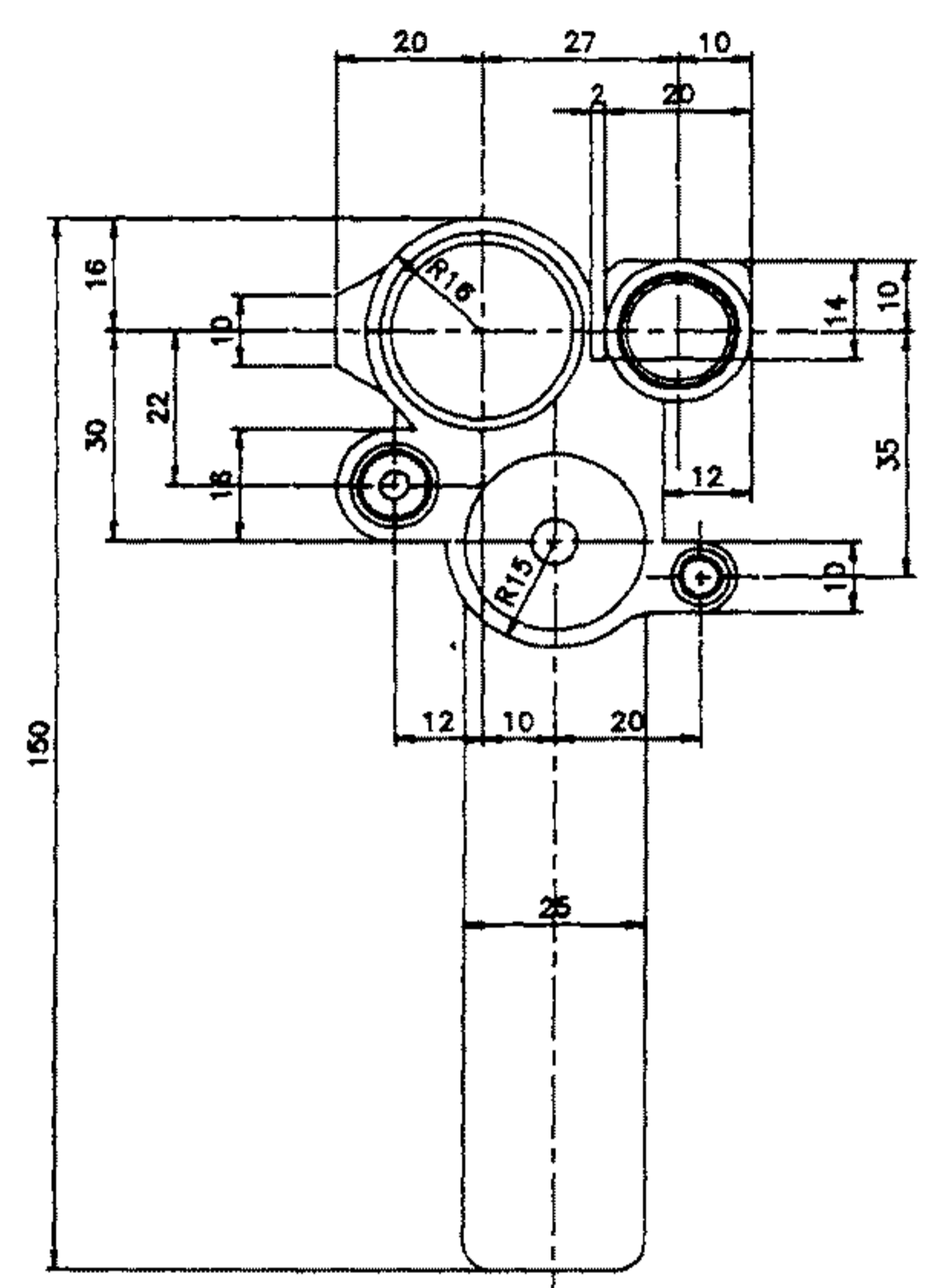
51				
50				
49				
48				
47				
46	고령 PIN	1	SUS304	
45	방아쇠	1	AL	
44	고령 PIN	1	SUS304	
43	보조방아쇠	1	AL	
42	HOSE NIPPLE	1	BC	
41	NIPPLE(틀림CHUCK)	1	BC	
40	SPRING	1	SUS304	
39	BALL	1	SUS304	
38	O - RING	1	SILICONE	
37-1	O - RING	2	SILICONE	
37	NIPPLE	1	BC	
36	노즐 스프링 하우징	1	AL	
35	SPRING	1	S45C	외경4.0, 길이40.0
34	편심 스톱 스위치	1		
33	스위치 고정링	1		
32	박살 피스톤	1	SUS304	
31	O - RING	2	SILICONE	P18
30	SPRING	1	SUS304	
29	박살 실린더	1	PE	
28	O - RING	1	SILICONE	P18
27	O - RING	2	SILICONE	P25
26	NIPPLE(틀림CHECK)	1	BC	
25	O - RING	1	SILICONE	P3
24	BALL	1	SUS304	#5
23	SPRING	1	SUS304	
22	NIPPLE	1	BC	
21	NUT	1	BC	
20	HOSE	1		#6
19	NUT	1	BC	
18	HOSE NIPPLE	1	BC	
17	좌 NOZZLE	1	SUS304	
16	우 NOZZLE	1	SUS304	
15	WASHER	1	BC	
14	O - RING	1	SILICONE	P3
13	SPRING	1	SUS304	
12	NIPPLE	1	BC	
11	틀림카바&스프링가이드	1	SUS304	
10	BUSH	1	BC	
9	NOZZLE 고정 SHAFT	1	SUS304	
8	COLLAR	1	AL	
7	DRILL	1		#10
6	편심권이 조립기	1	AL	
5	DRILL CHUCK	1		
4	SNAP RING	2		S12
3	BEARING	2		6001ZZ
2	편심 드릴속	1	S45C	
1	손잡이	1	AL	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK

TITLE: **현 공 기**  
(수간 주사형)  
 일반공차: **표 밀 도**  
 SCALE 1/1 DWG.NO. NS - NCH - 00  
 DESIG 98, 11, 7

MARK	REVISIONS	DATE
△		
△		
△		

**NAMSAN ENGINEERING**

① ~ (▽)



NOTE

표시하지 않은 R은 최소로 할것

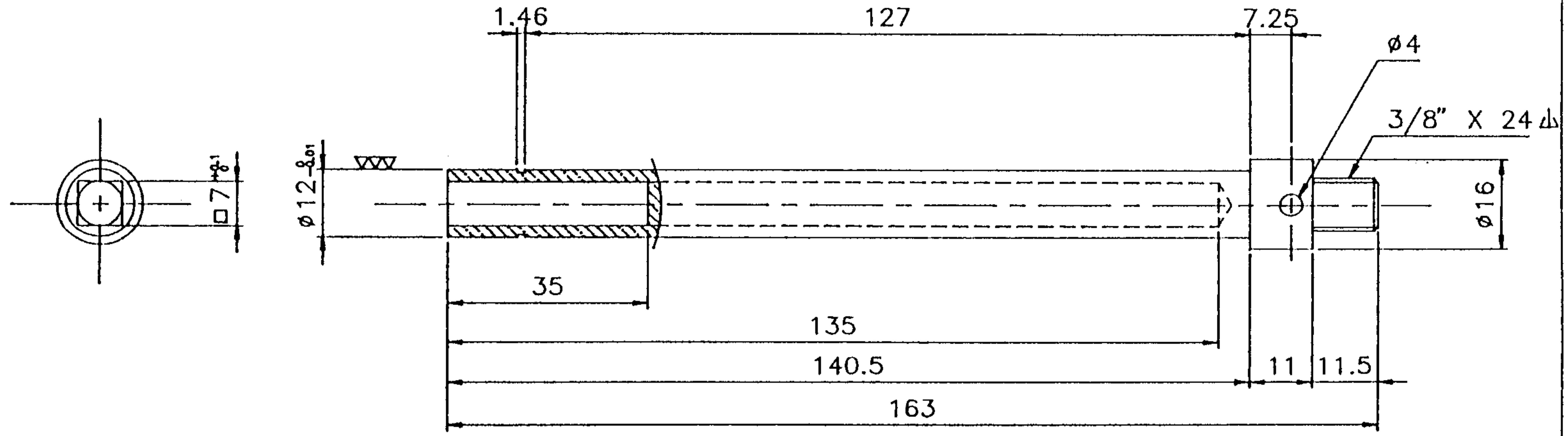
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
1	손잡이	1	AL	
TITLE				APPR
원공기 (수강주사형)				CHEC
DESIGNER				DESIG
SCALE 1/1 DWG.NO. NS - NCH - 01				96.10.29

**NAMSAN ENGINEERING**



DWG.NO.

② ∇∇ (∇∇∇)

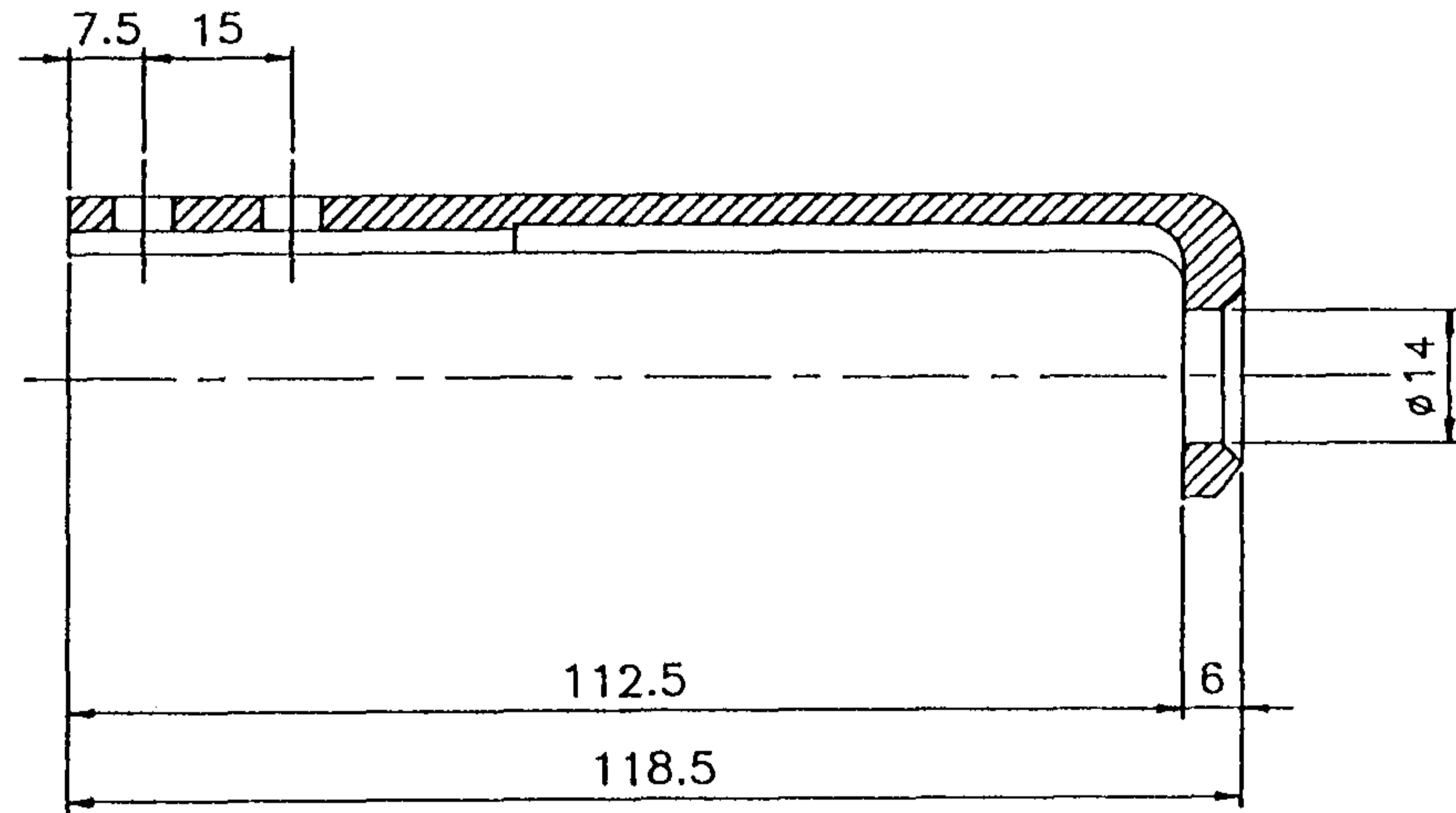
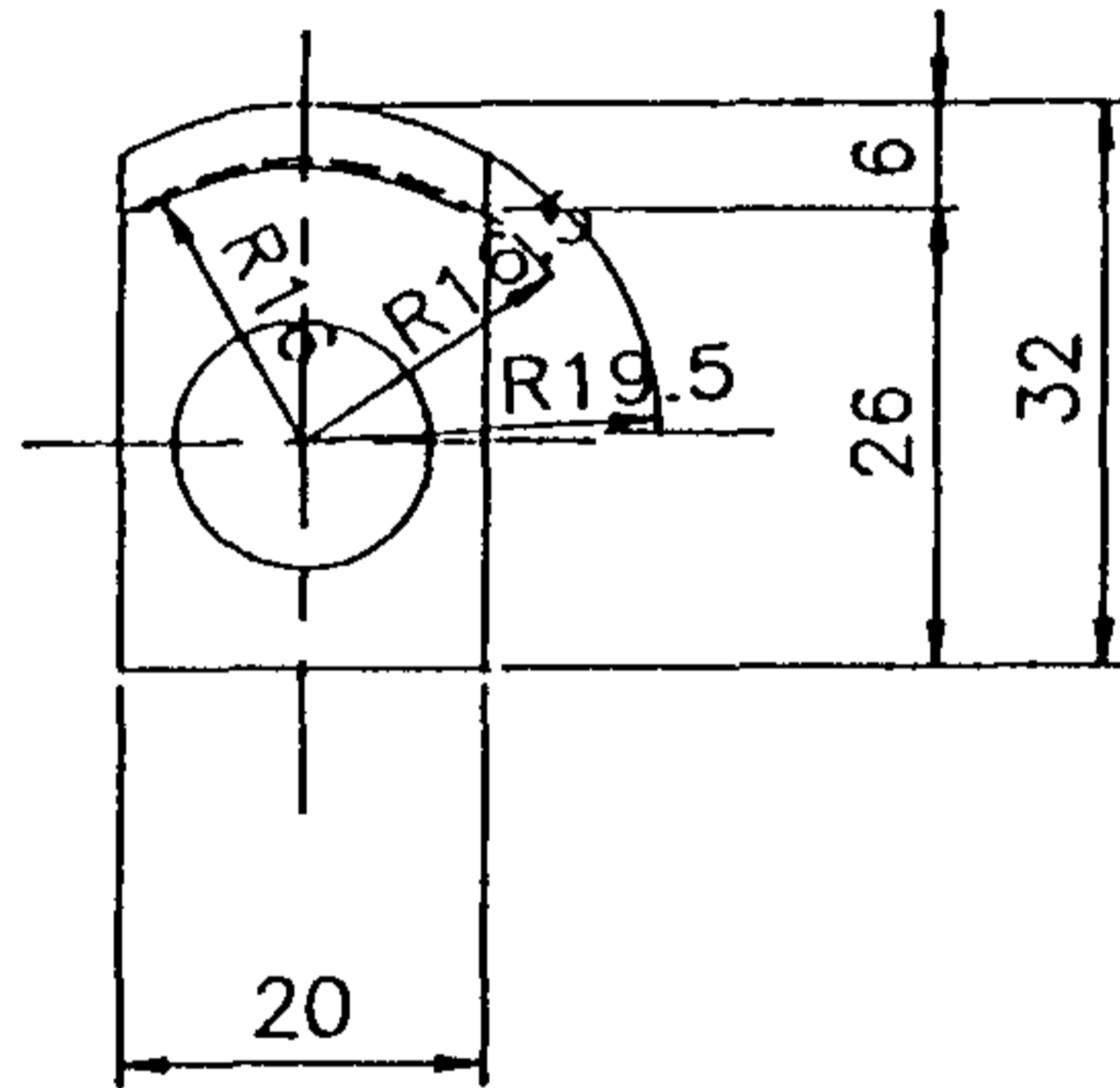


- 21 -

2	입공 드릴	1	S45C	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE 천공기 (수간 주사형)				APPR . . .
				CHEC . . .
				DESIG 08, 11, 6
△		. . .	입번공자사	
△		. . .	SCALE 1/1	DWG.NO. NS - NCH - 2
△		. . .		
MARK	REVISIONS	DATE	NAMSAN ENGINEERING	

DWG.NO.

⑥ ▽▽

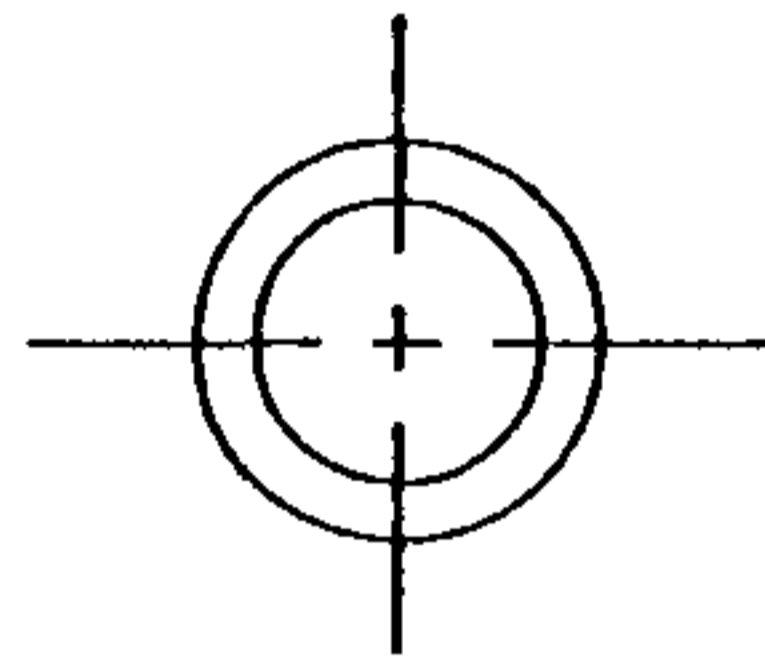
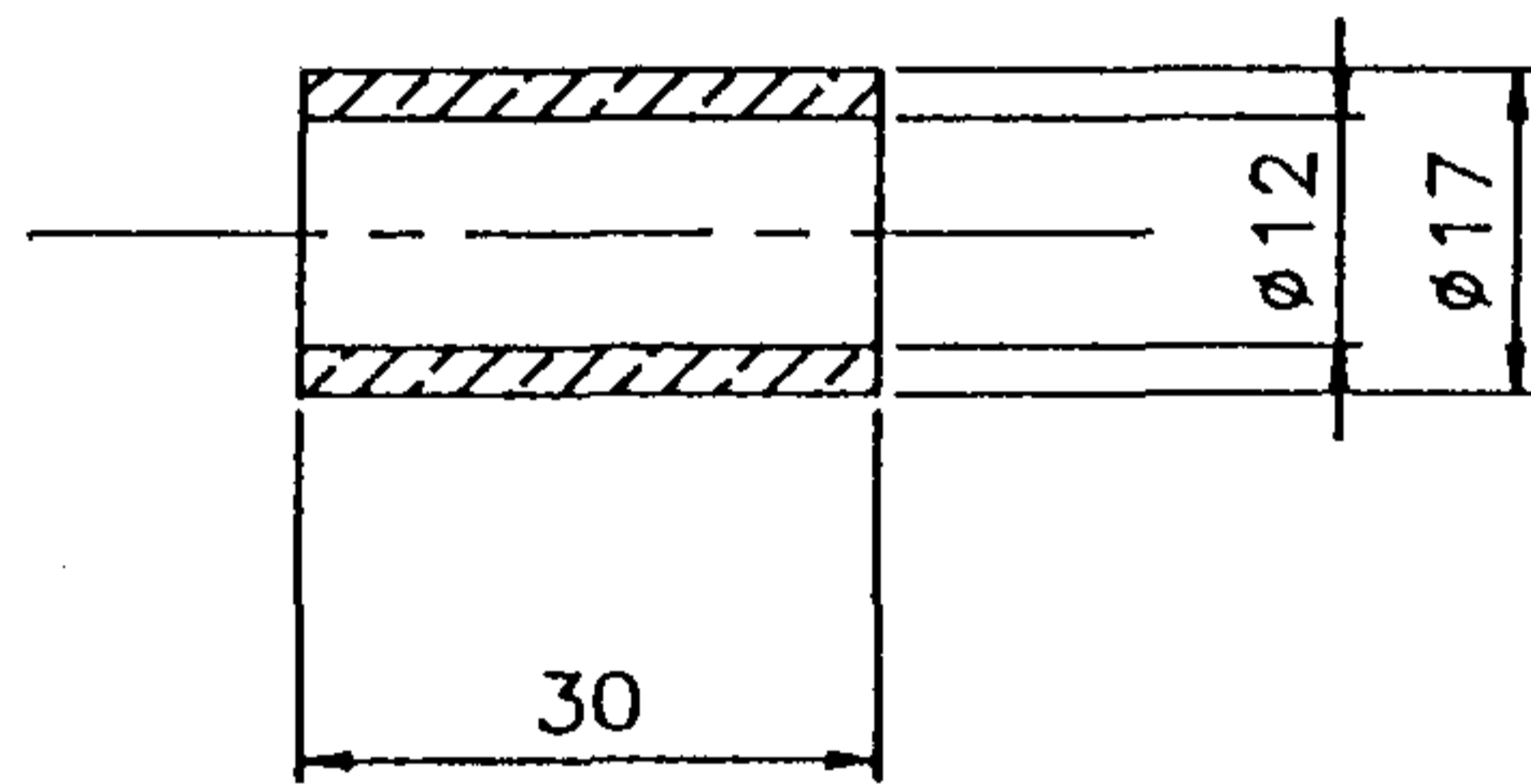


NO.	DESCRIPTION	Q,TY	MATERIAL	REMARK
6	전공필이 보편기	1	AL	
TITLE: 전공기 (수강 주사형)				APPR: . . .
				CHEC: . . .
				DESIG: 98, 11, 6
SCALE 1/1		DWG.NO. NS - NCH - 6		
<b>NAMSAN ENGINEERING</b>				

MARK	REVISIONS	DATE
△		. . .
△		. . .
△		. . .

DWG.NO.

8



NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
8	COLLAR	1	AL	
TITLE 현 공 기 (수강 부서별)				APPR . . .
				CHEC . . .
				DESIG 96, 11, 8

MARK	REVISIONS	DATE
△		. . .
△		. . .
△		. . .

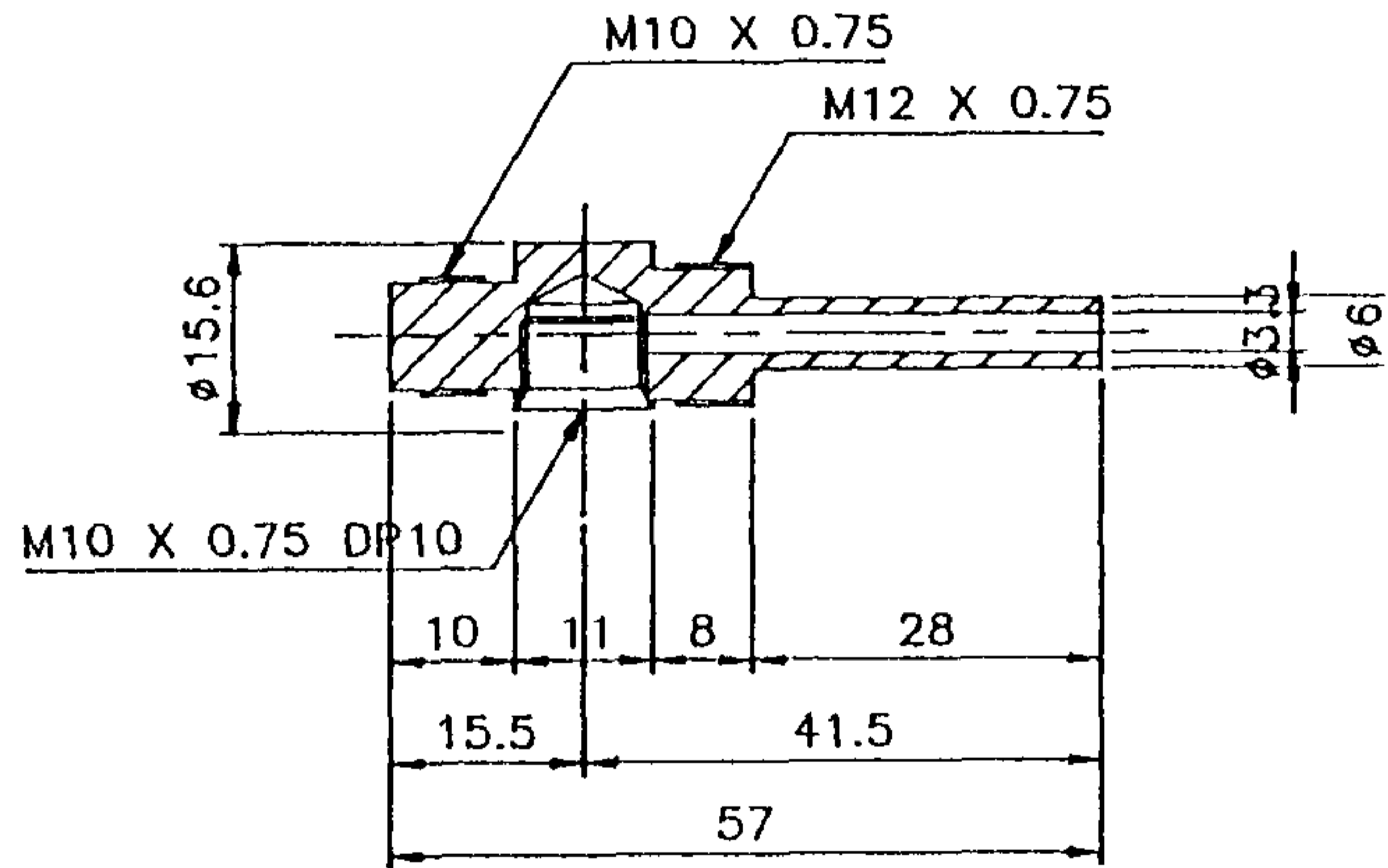
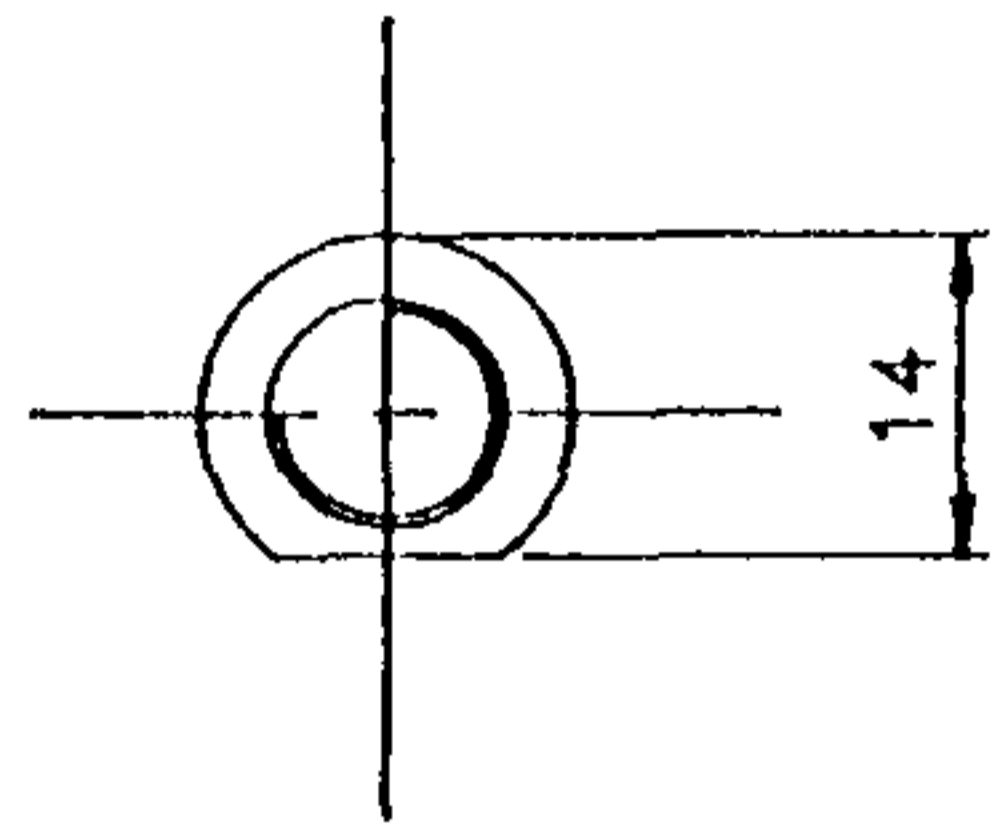
입반공사	SCALE 1/1	DWG.NO.	NS - NCH - 8
<b>NAMSAN ENGINEERING</b>			





DWG.NO.

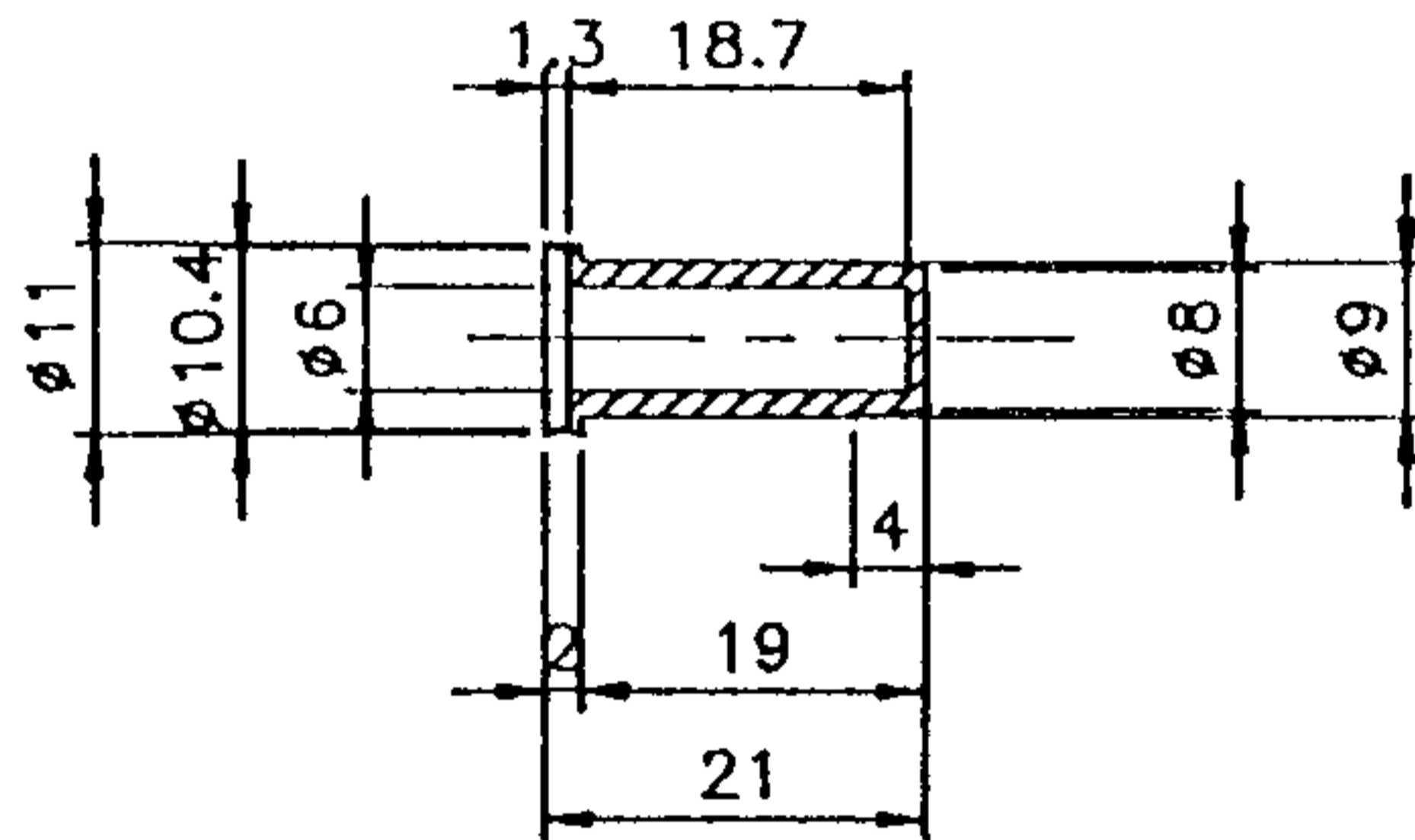
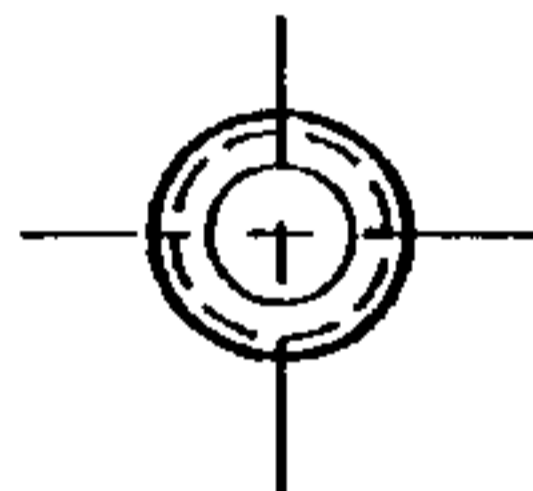
12



12	NIPPLE	1	BC	
NO.	DESCRIPTION	Q,TY	MATERIAL	REMARK
TITLE				APPR
현 공 기				, ,
(수강 부서형)				CHEC
				, ,
일번공사				DESIG
				00, 11, 8
SCALE 1/1		DWG.NO.	NS - NCH - 12	
MARK REVISIONS		DATE	<b>NAMSAN ENGINEERING</b>	

DWG. NO.

16

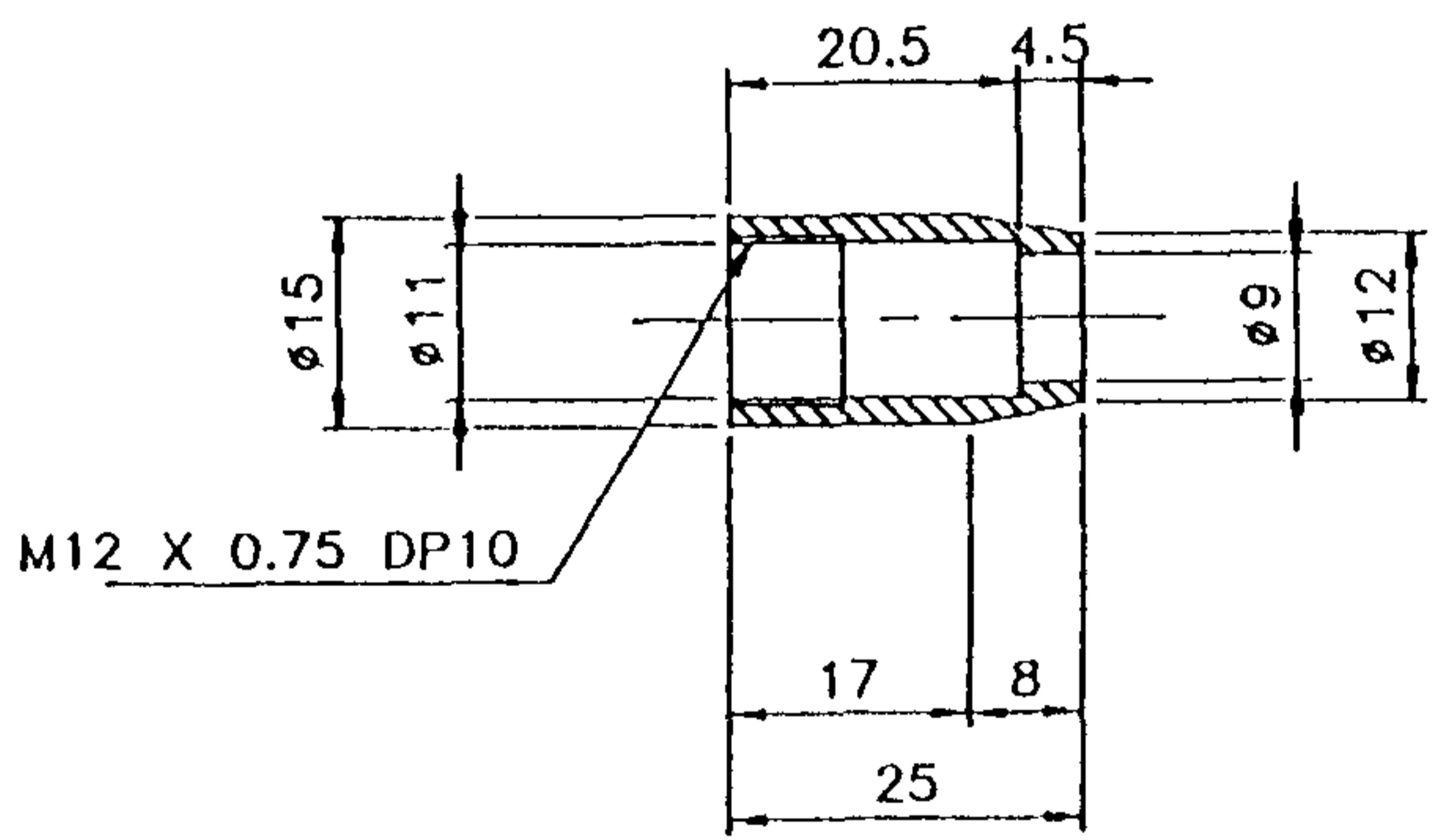
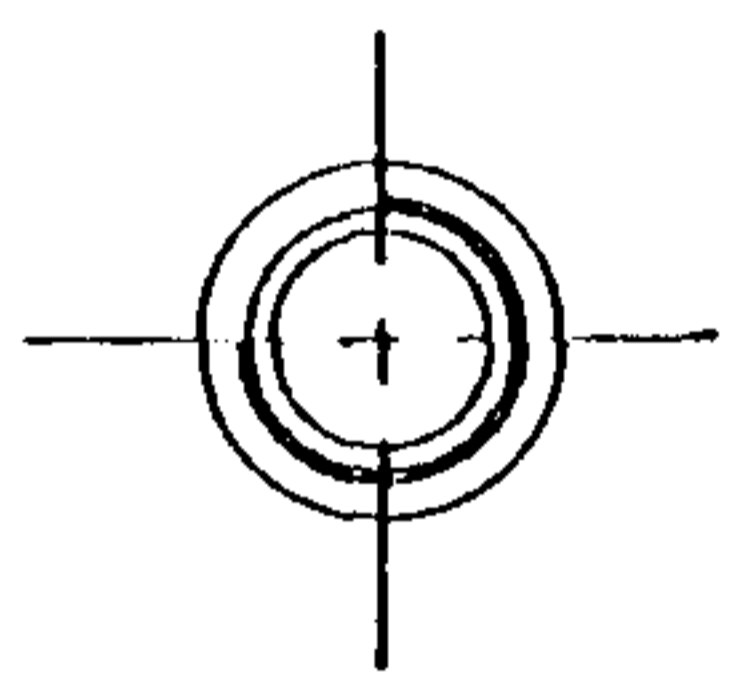


16	NOZZLE	1	SUS304	
NO.	DESCRIPTION	Q,TY	MATERIAL	REMARK
TITLE: 원경기 (수강 주사형)				APPR: , , CHEC: , , DESIG: 96, 11, 8
SCALE	1/1	DWG. NO.	NS - NCH - 16	
MARK REVISIONS DATE		<b>NAMSAN ENGINEERING</b>		



DWG.NO.

17



17	시 NOZZLE	1	SUS304	
NO.	DESCRIPTION	Q,TY	MATERIAL	REMARK
TITLE				APPR
현 공 기				CHIEC
(수강 주사법)				DESIG 96, 11, 6

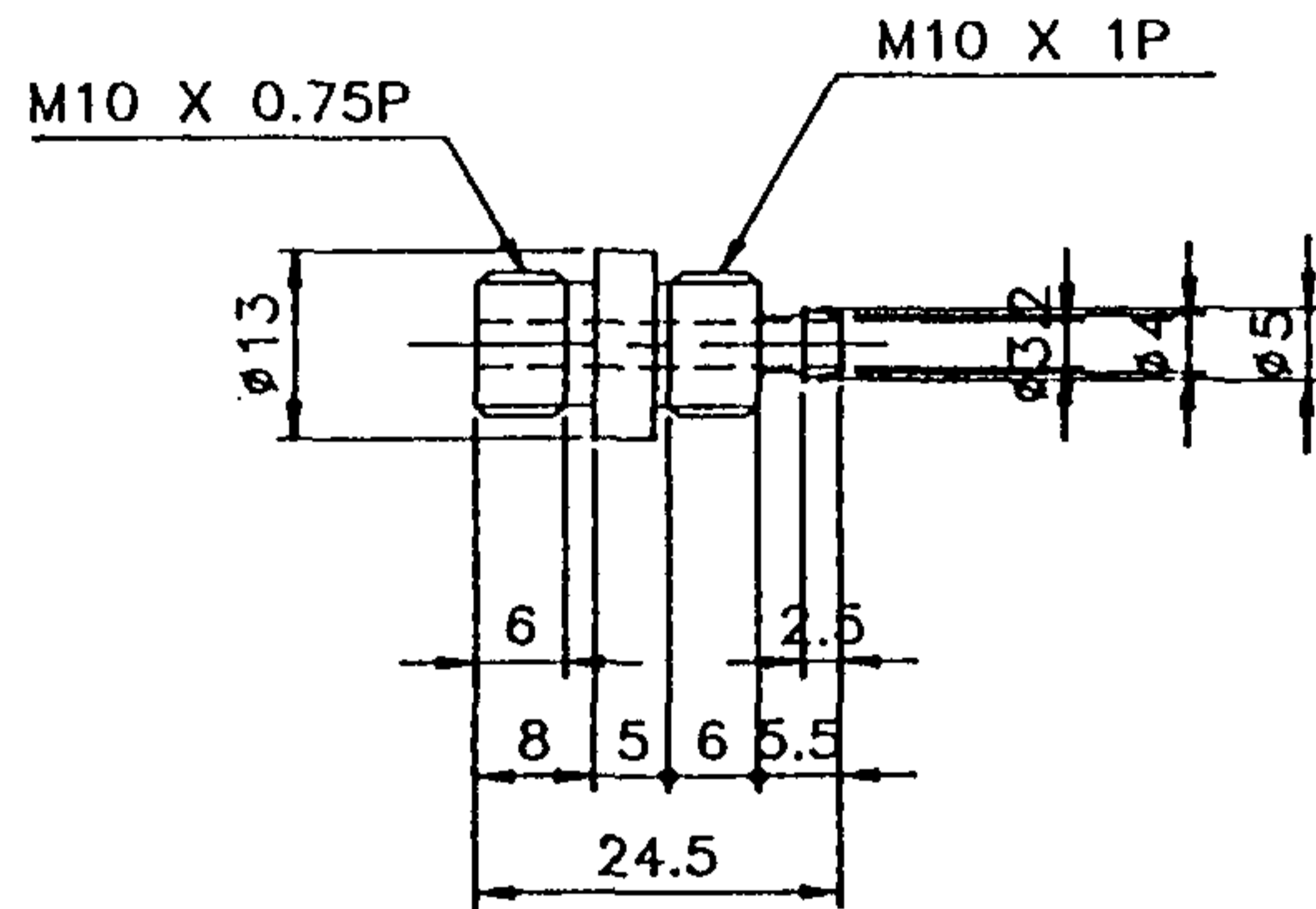
△		
△		
△		
MARK	REVISIONS	DATE

SCALE 1/1 DWG.NO. NS - NCH - 17

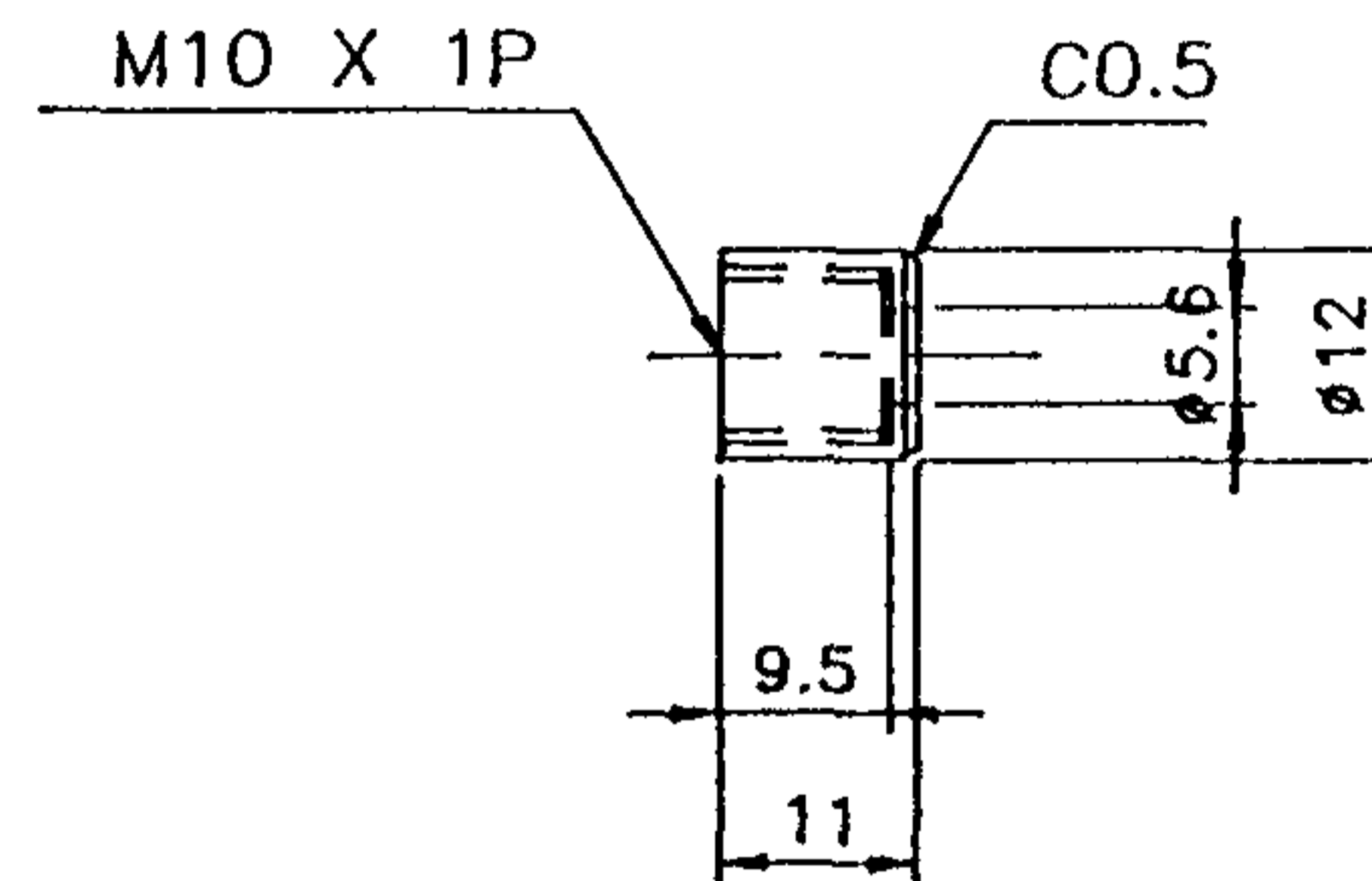
**NAMSAN ENGINEERING**

DWG.NO.

18



19



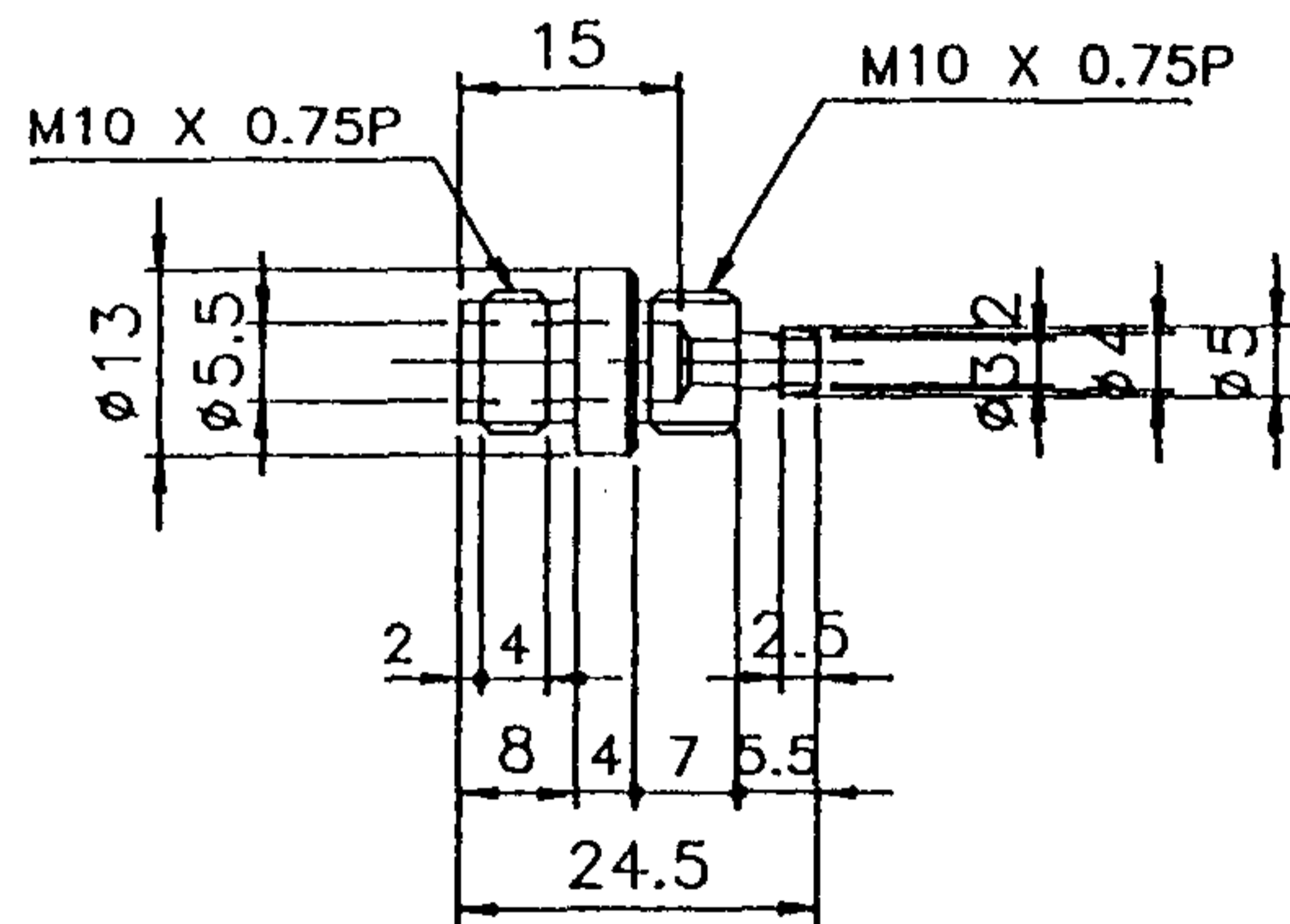
19	NUT	1	BC	
18	HOSE NIPPLE	1	BC	
NO.	DESCRIPTION	Q,TY	MATERIAL	REMARK
TITLE 현 공 기 (수강 주사형)				APPR . . .
				CHEC . . .
				DESIG 96, 11, 6

△		. . .	일반공차
△		. . .	SCALE 1/1 DWG.NO. NS - NCH - '18
△		. . .	
MARK	REVISIONS	DATE	

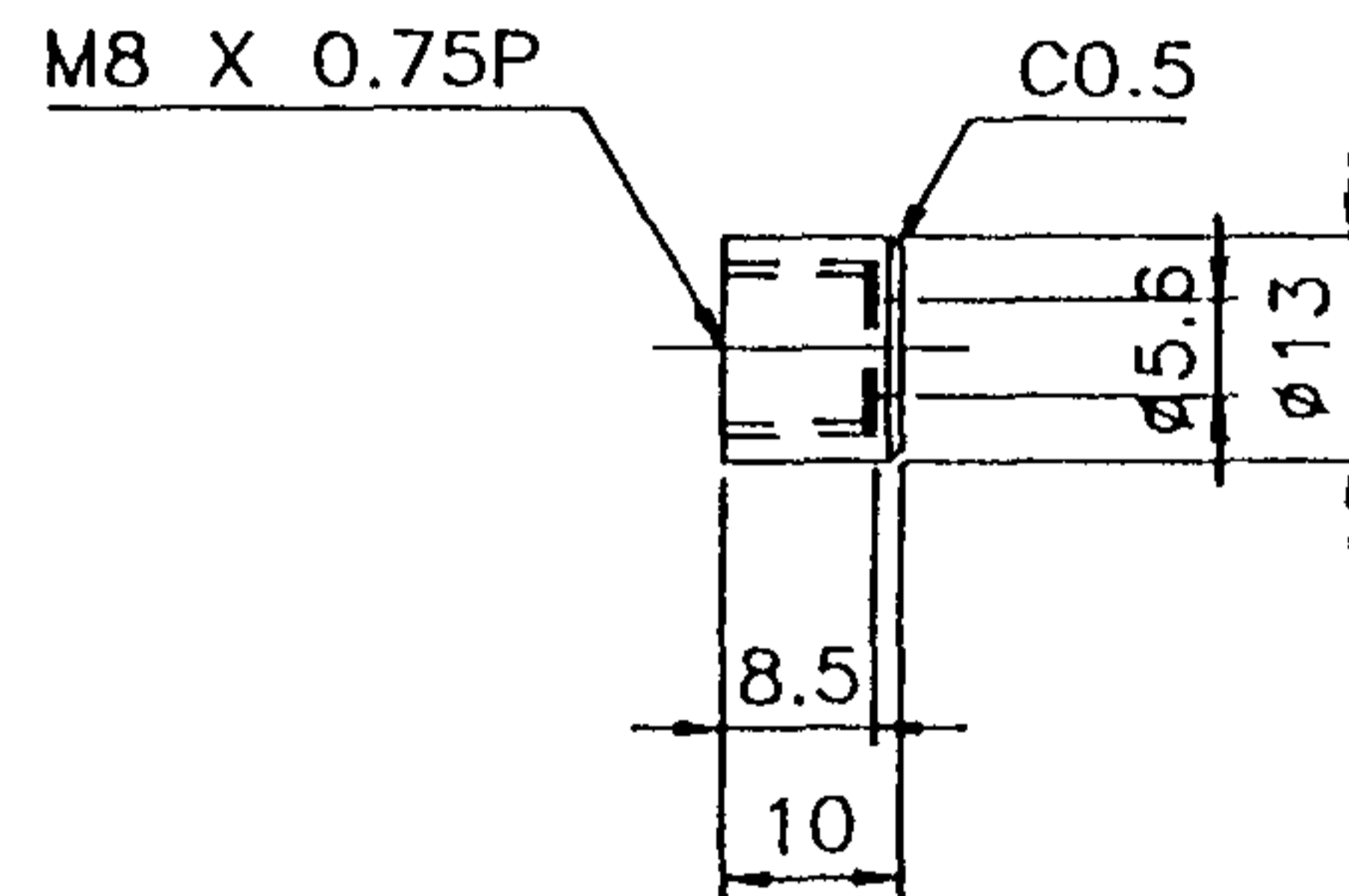
 **NAMSAN ENGINEERING**


DWG. NO.

②1



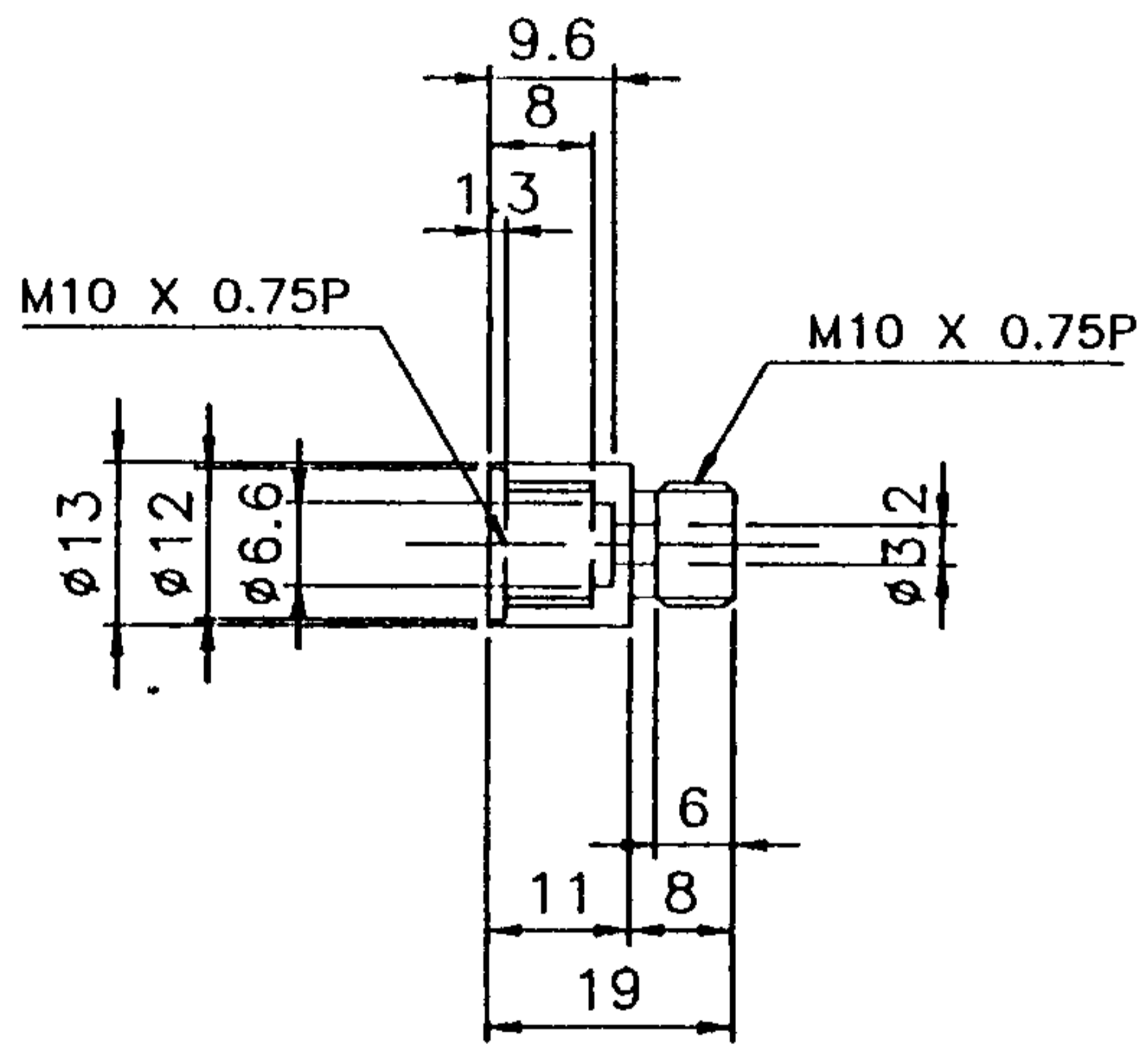
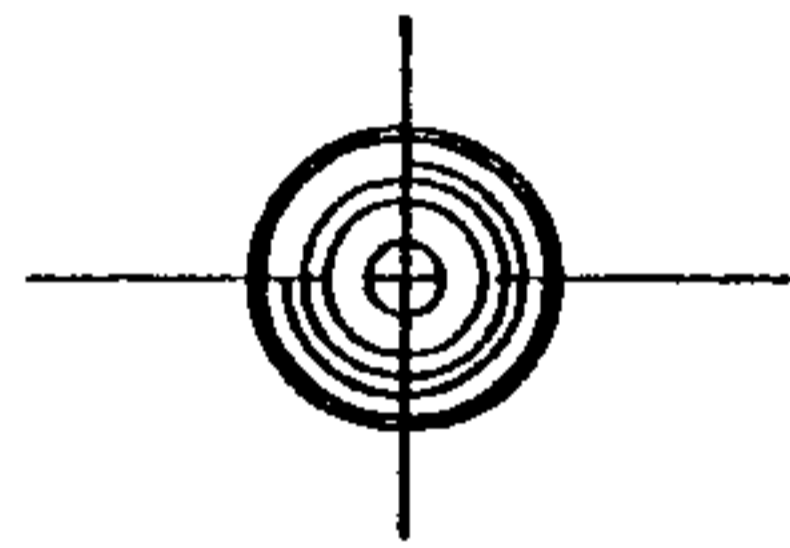
②1-1



21-1	NUT	1	BC	
21	NIPPLE	1	BC	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE: 전 공 기 (수강 주사형)				APPR: , ,
				CHEC: , ,
				DESIG: 98, 11, 6
△		, ,	발판공사	
△		, ,	SCALE 1/1	DWG. NO. NS - NCH - 21
△		, ,		
MARK	REVISIONS	DATE	 <b>NAMSAN ENGINEERING</b>	

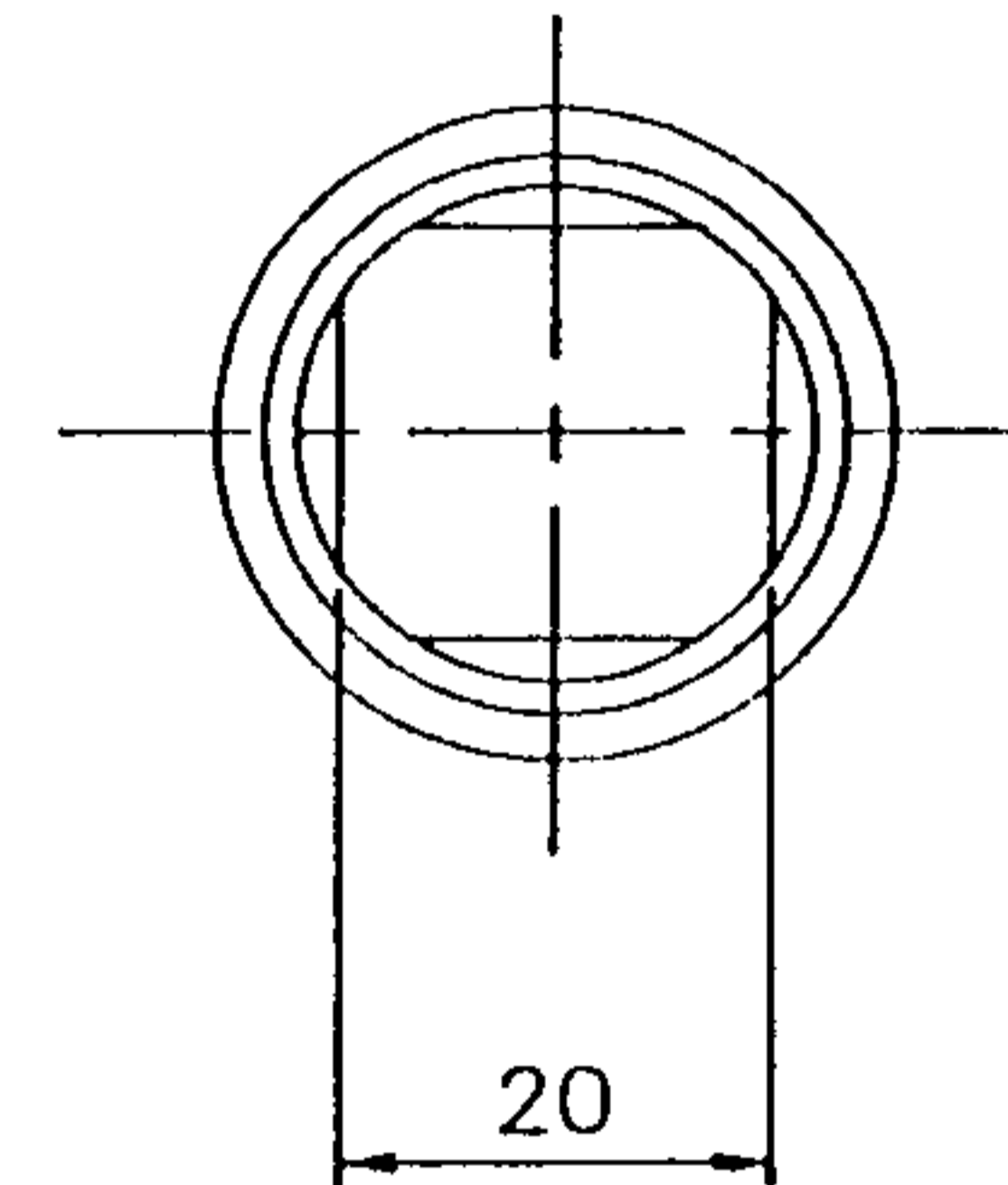
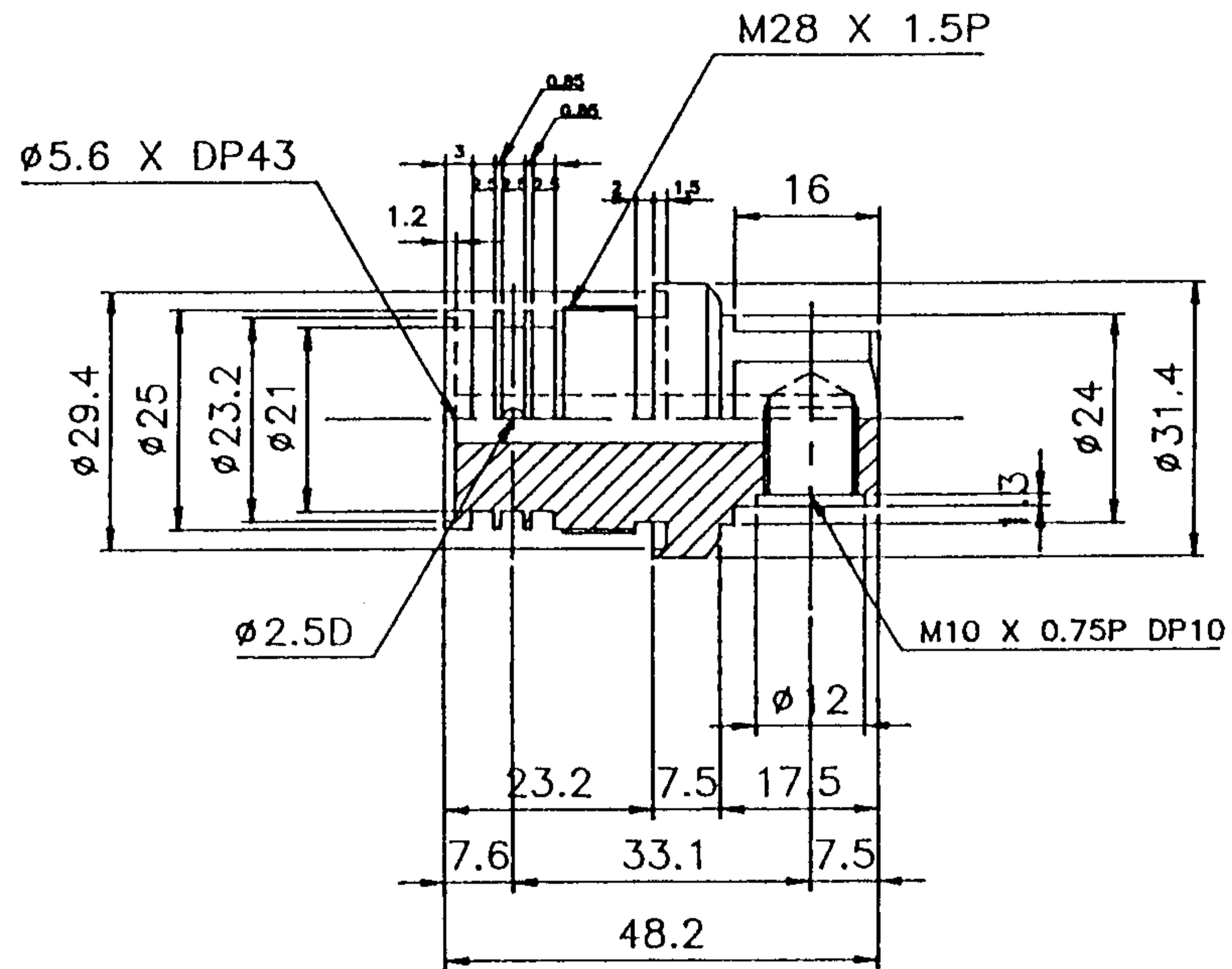
DWG.NO.

22



22	NIPPLE	1	BC	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE: 원 공 기 (수강 주사형)				APPR: . .
				CHEC: . .
				DESIG: 96, 11, 6
△		. .	일반공차	
△		. .	SCALE 1/1	DWG.NO. NS - NCH - 22
△		. .	<b>NAMSAN ENGINEERING</b>	
MARK	REVISIONS	DATE		

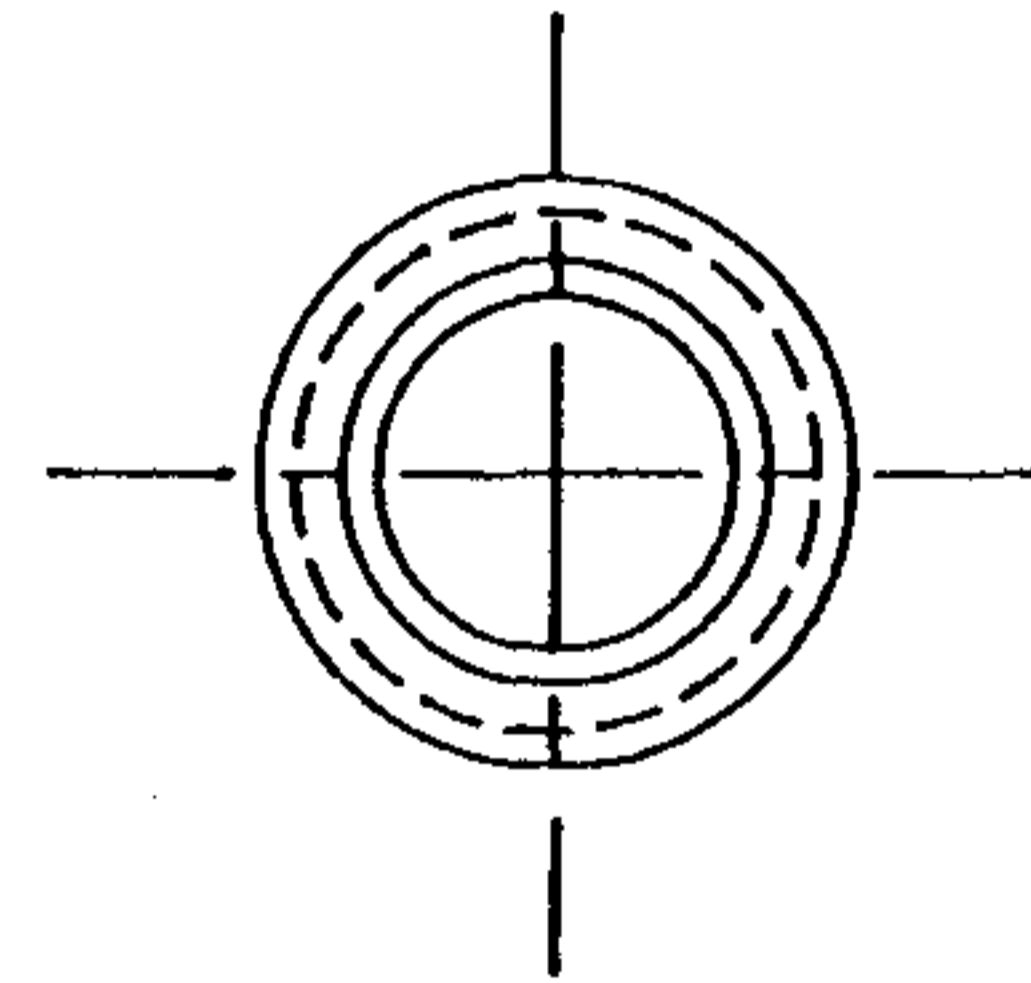
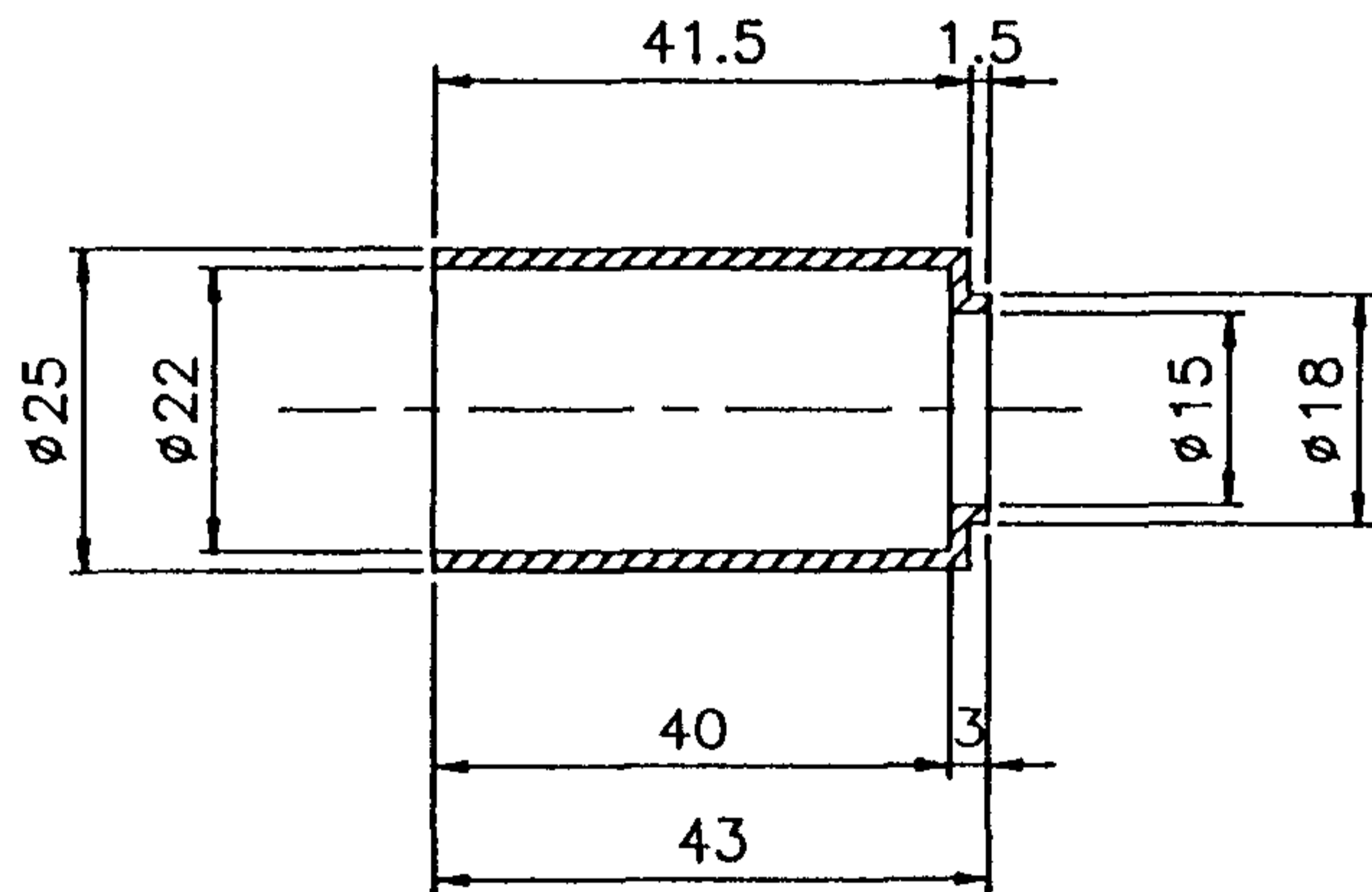
26




26	NIPPLE(포츨 CHECK)	1	BC	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE 철공기 (수강 주사형)				APPR . . .
				CHEC . . .
				DESIG 96, 11, 6
△		. . .	일반공차士	
△		. . .	SCALE 1/1	DWG.NO. NS - NCH - 26
△		. . .		
MARK	REVISIONS	DATE	NAMSAN ENGINEERING	

DWG.NO.

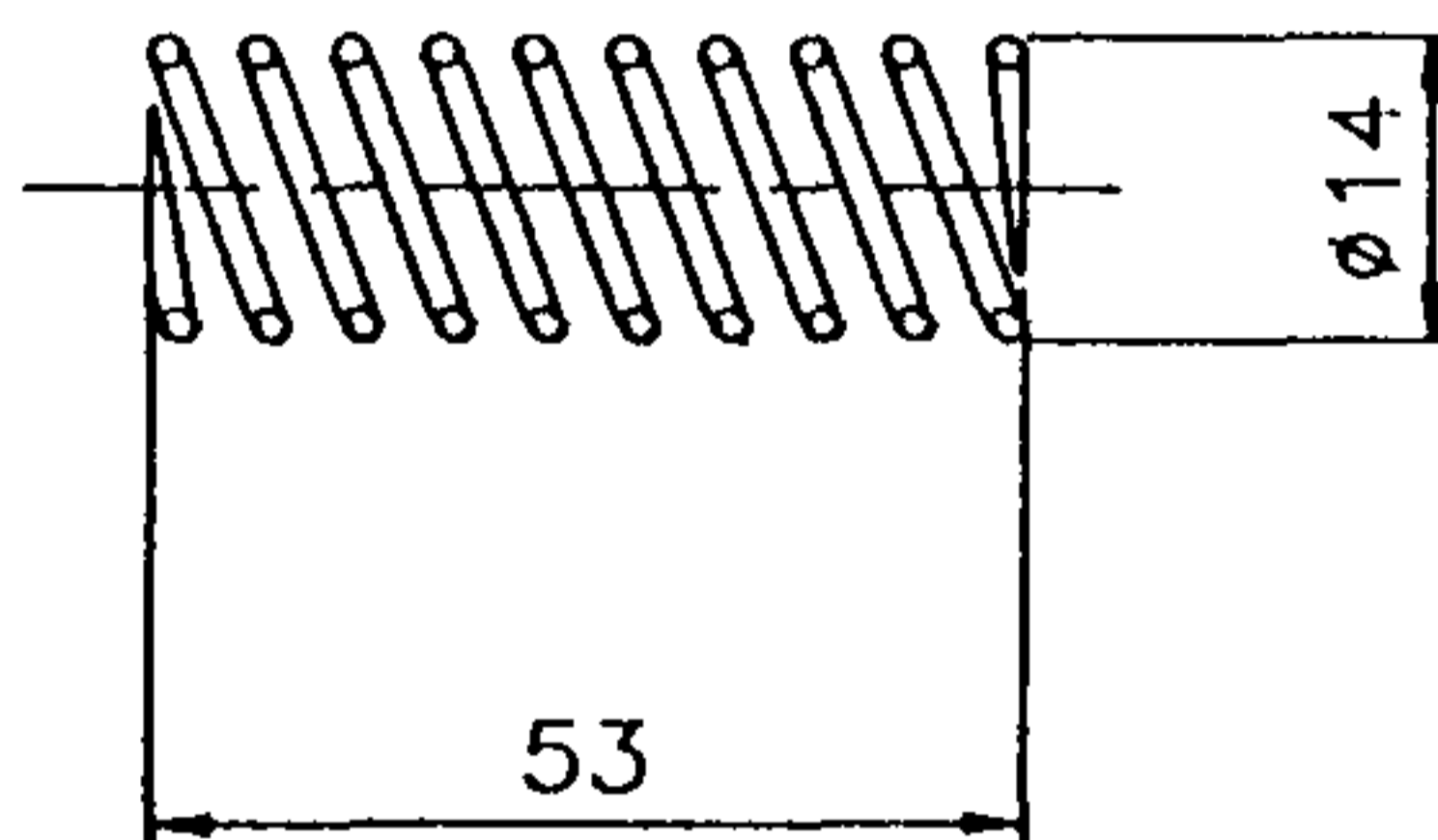
29



29	역설 설계도	1	PE	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE 역설 설계도 (수간 주사형)				APPR . . .
				CHEC . . .
				DESIG 96, 11, 8
△		. . .	입력공차	
△		. . .	SCALE 1/1	DWG.NO. NS - NCH - 29
△		. . .		
MARK	REVISIONS	DATE	 <b>NAMSAN ENGINEERING</b>	

DWG. NO.

30



선 경 :  $\phi 1.35$   
 피 치 : 5.5  
 재 질 : SUS304

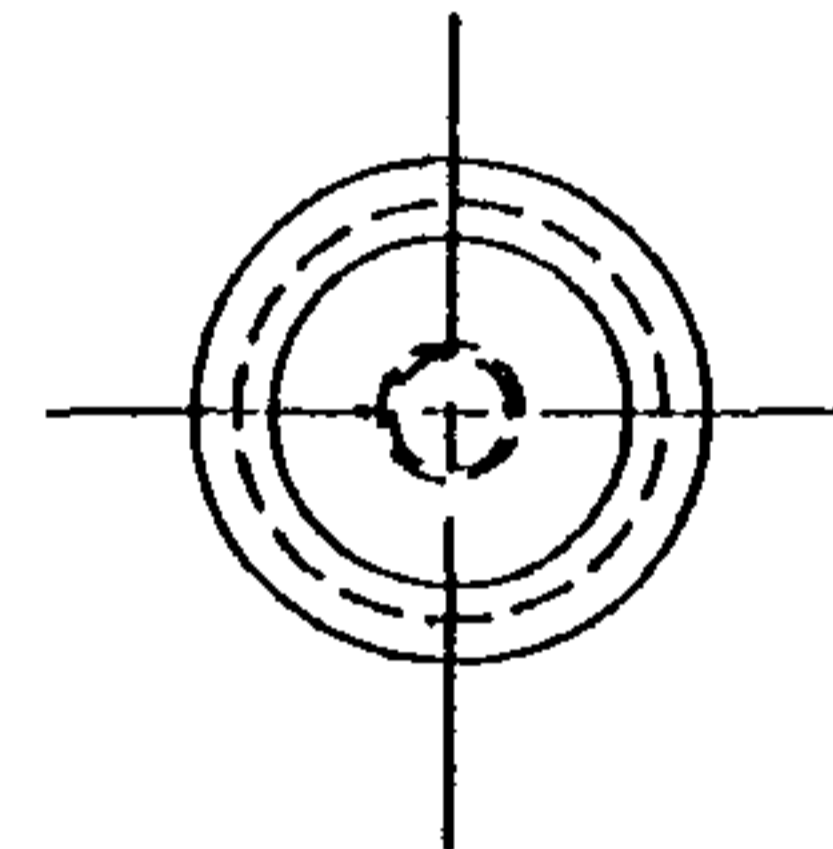
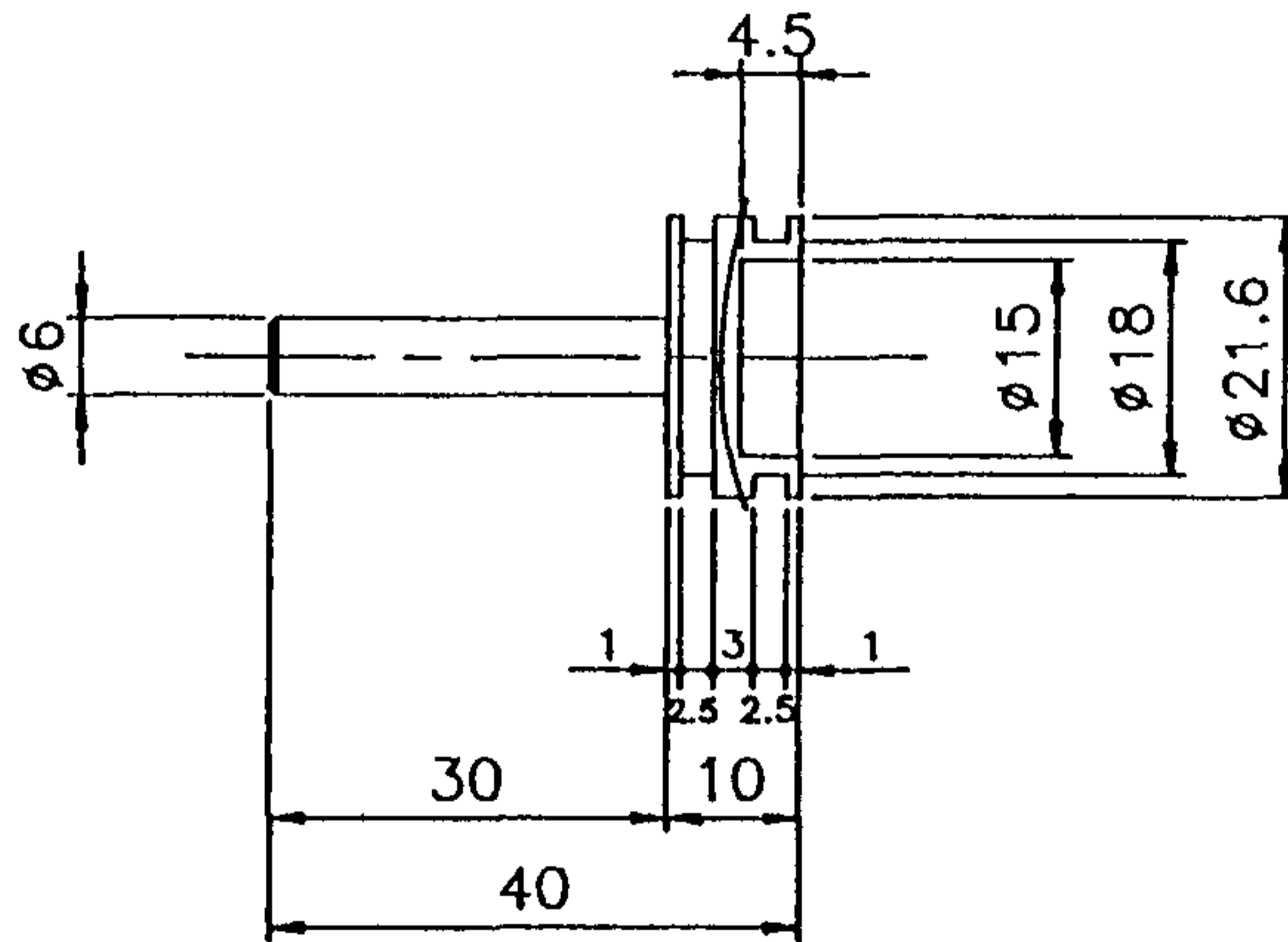
30	SPRING	1	SUS304	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE: 원 공 기 (수간 주사형)				APPR: , ,
				CHEC: , ,
				DESIG: 98, 11, 5
SCALE 1/1		DWG. NO. NS - NCH - 30		
<b>NAMSAN ENGINEERING</b>				


△		, ,	외판공차사
△		, ,	
△		, ,	
MARK	REVISIONS	DATE	



DWG.NO.

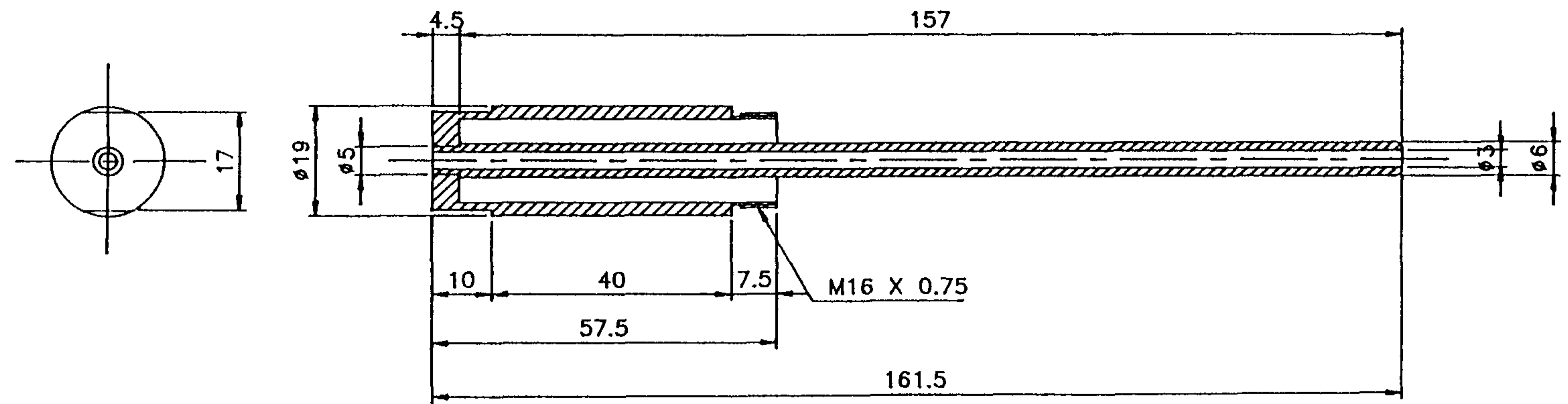
32 ▽ ▽ (▽▽▽)



32	박질 피스톤	1	SUS304	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE: 원 공 기 (수간 주사형)				APPR: , ,
				CHEC: , ,
				DESIG: 98, 11, 8
△		, ,	일범공차士	
△		, ,	SCALE 1/1	DWG.NO. NS - NCH - 32
△		, ,	 <b>NAMSAN ENGINEERING</b>	
MARK	REVISIONS	DATE		

DWG. NO.

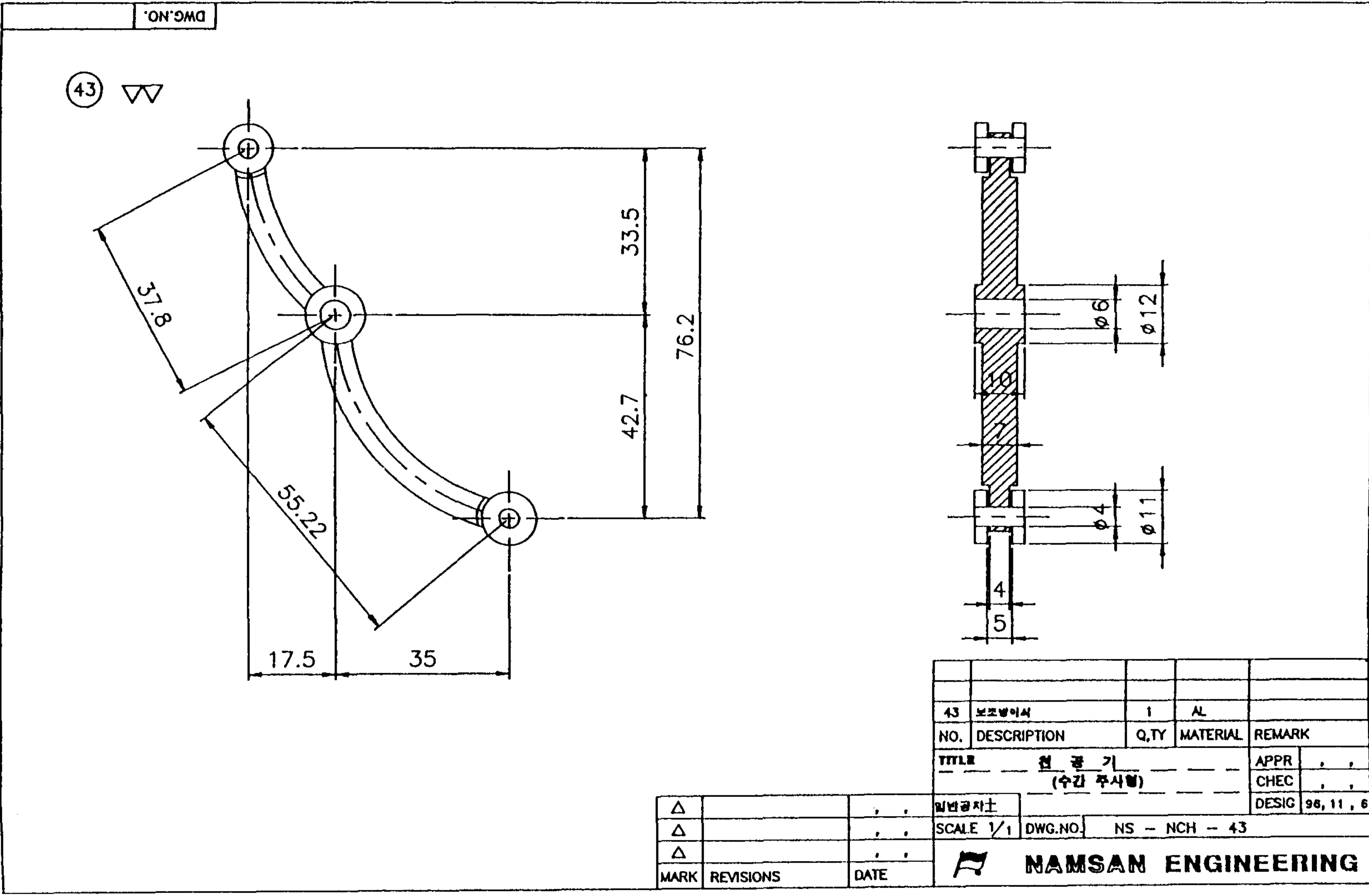
(36) ▽▽



NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
36	노출 스프링 이우징	1	AL	
TITLE				APPR
원 공 기				CHEC
(수간 주사형)				DESIG
일련공차사				96, 11, 6
SCALE 1/1		DWG. NO.	NS - NCH - 36	
<b>NAMSAN ENGINEERING</b>				

△		
△		
△		
MARK	REVISIONS	DATE





DWG. NO.

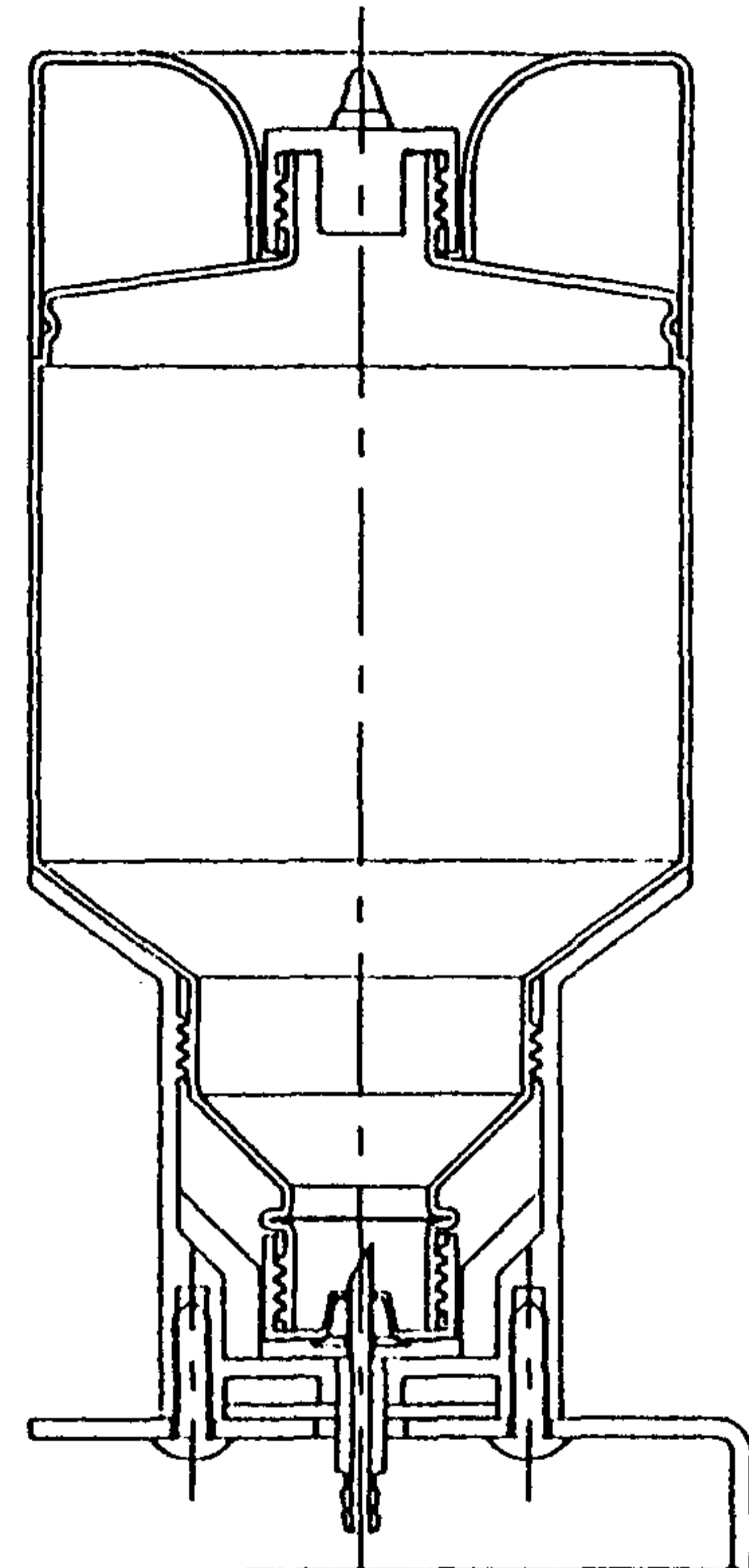
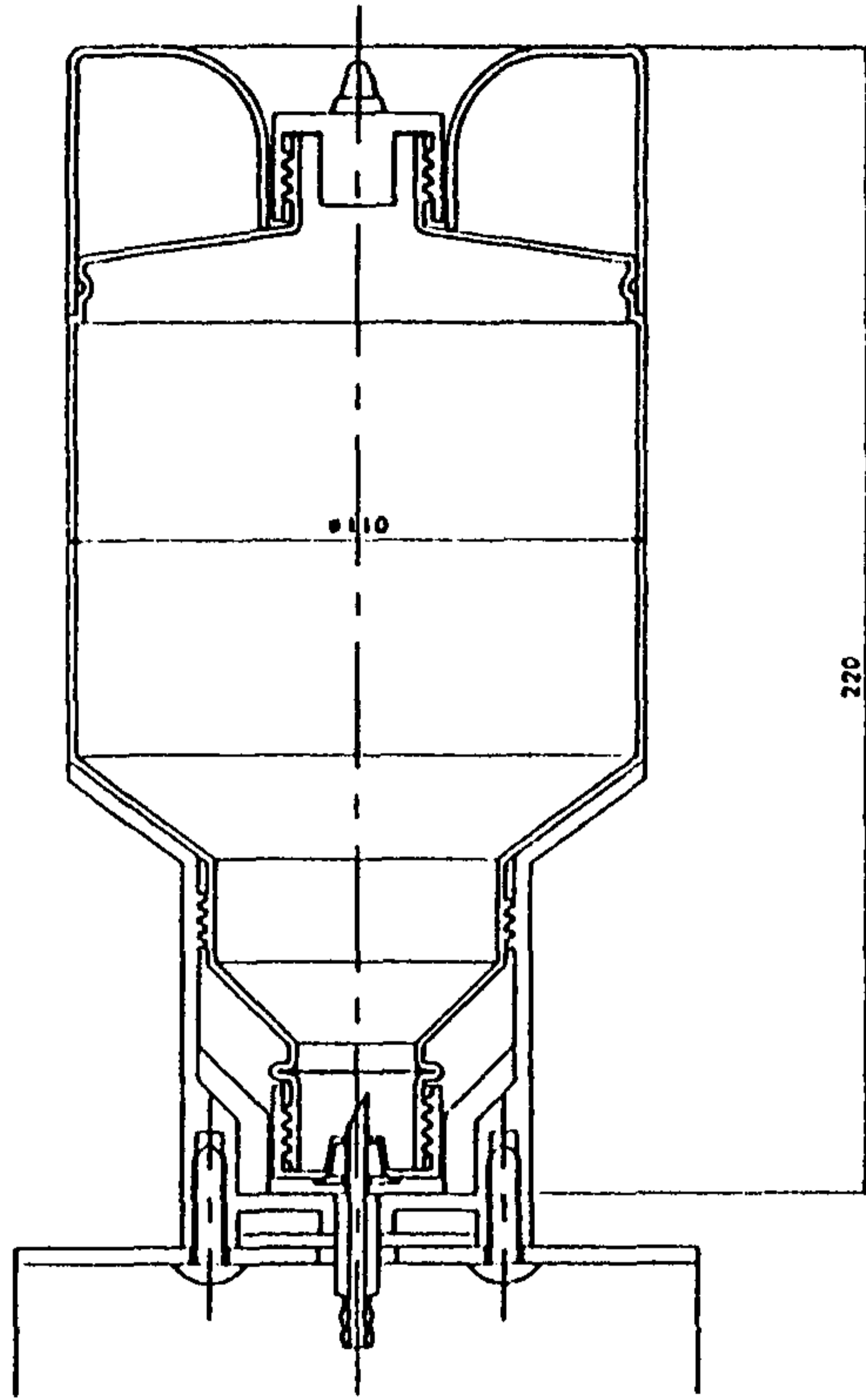
43


43	보조받이서	1	AL	
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE				APPR
원공기				CHEC
(수간 주사형)				DESIG
일반공자수				96, 11, 6
SCALE 1/1		DWG. NO. NS - NCH - 43		
<b>NAMSAN ENGINEERING</b>				

△		
△		
△		
MARK	REVISIONS	DATE



DWG. NO.



49	별 고정 프레임			
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE 현관기 (수간 부서형)				APPR . . .
				CHEC . . .
DRAWN 김치수				DESIG 96.11.6
SCALE 1/1		DWG. NO.	NS - NCH - 49	
 <b>NAMSAN ENGINEERING</b>				

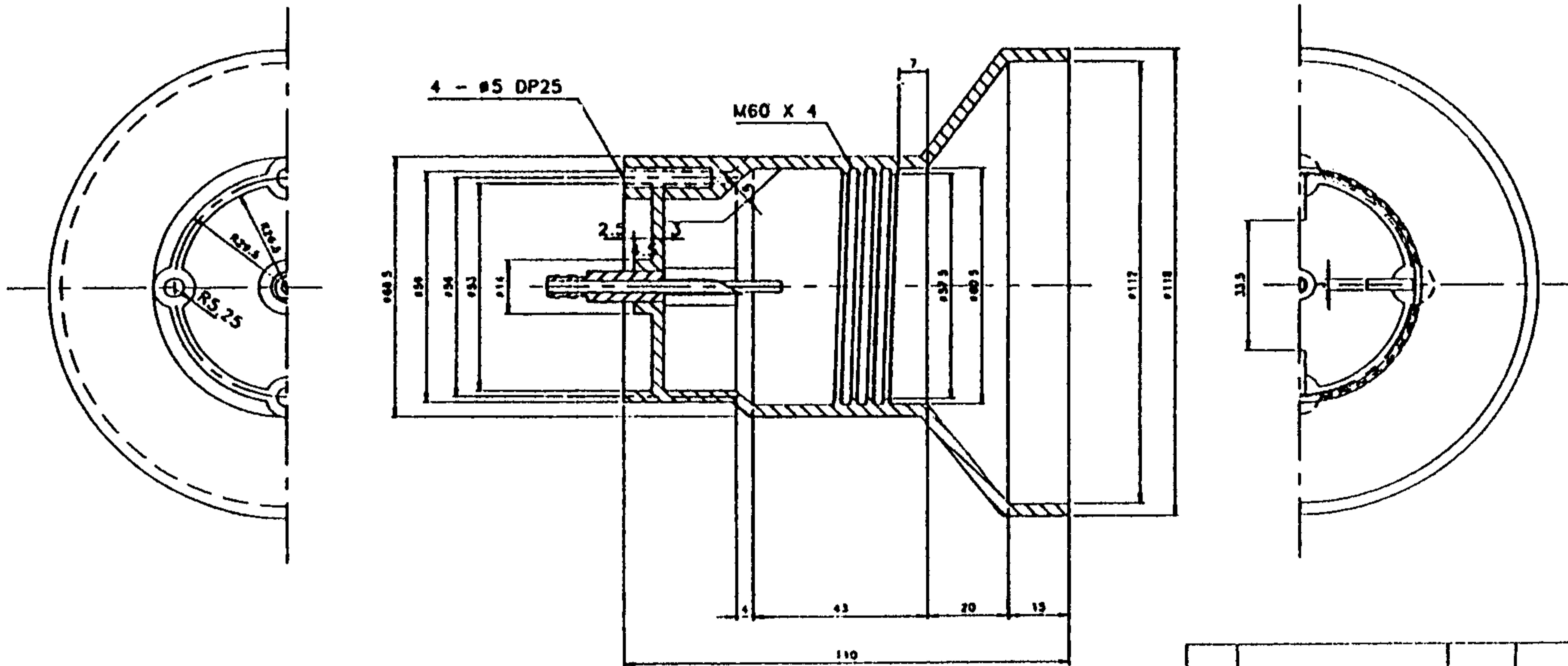
△		
△		
△		
MARK	REVISIONS	DATE





DWG NO.

51

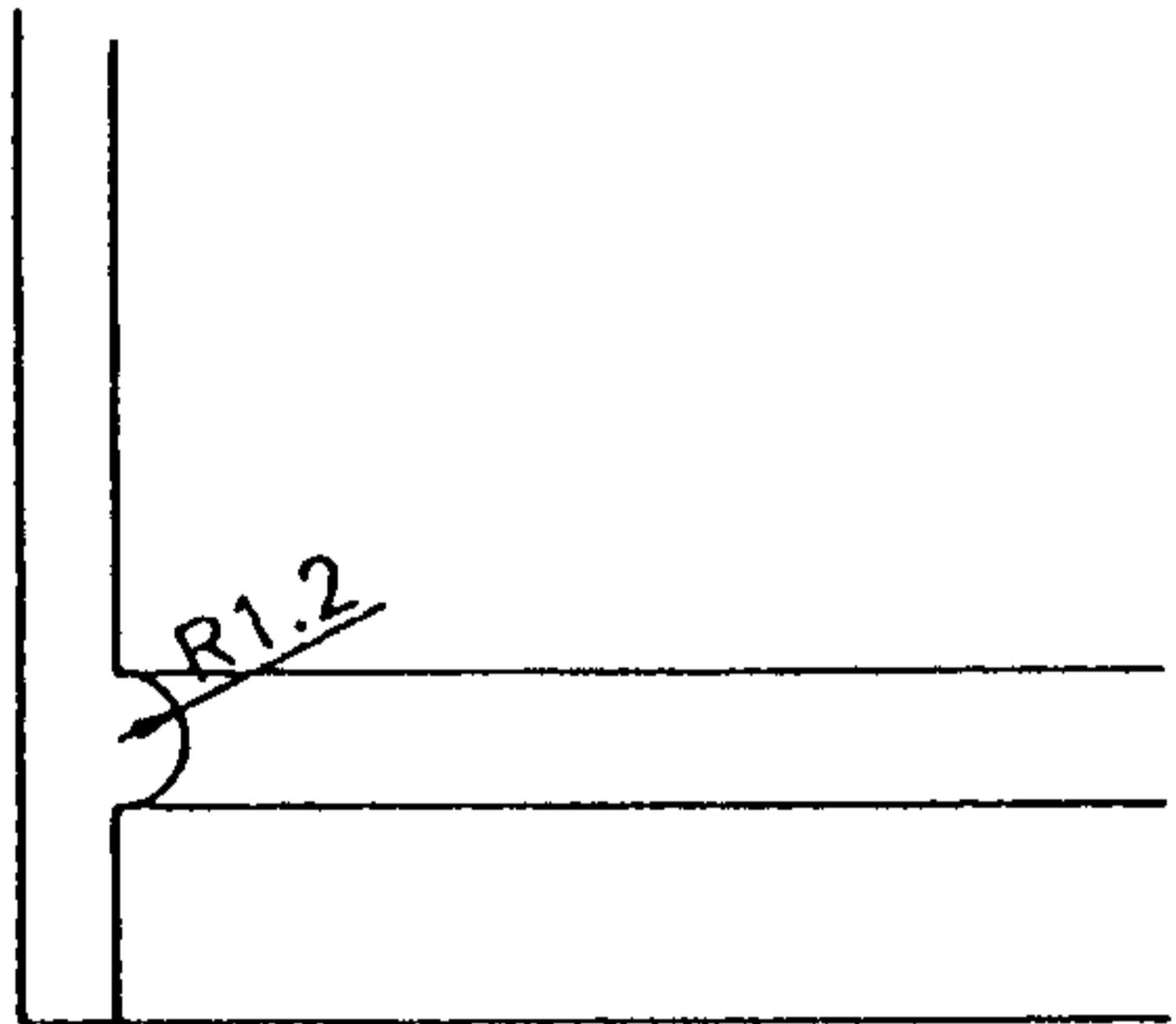
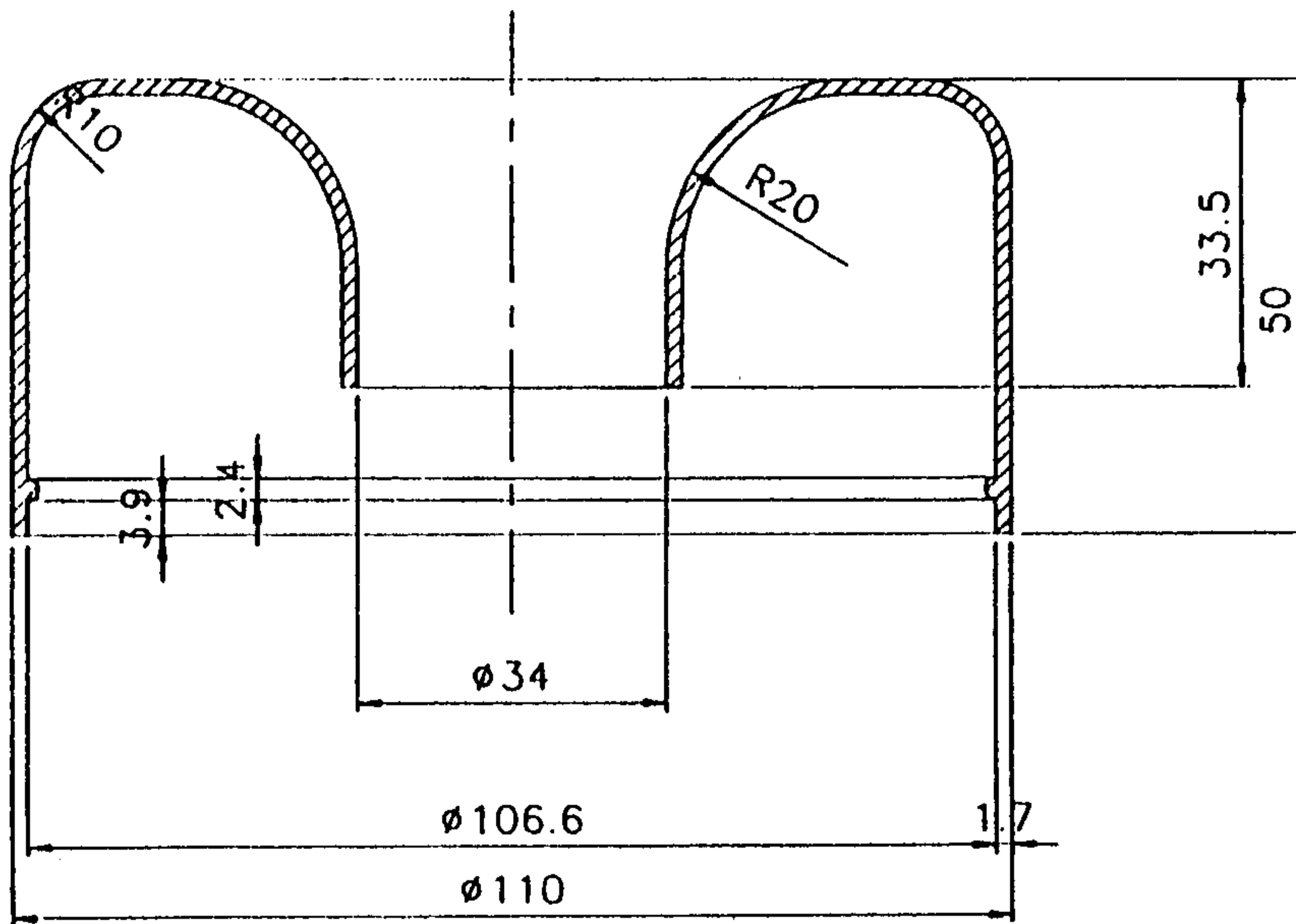


51	BOTTLE 200 BRACKET			
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE 현공기 (수간 무시법)				APPR . .
				CHEC . .
				DESIG 96.11.6
SCALE 1/1		DWG.NO.	NS - NCH - 51	
<b>NAMSAM ENGINEERING</b>				

△		. . .
△		. . .
△		. . .
MARK	REVISIONS	DATE

DWG. NO.

52

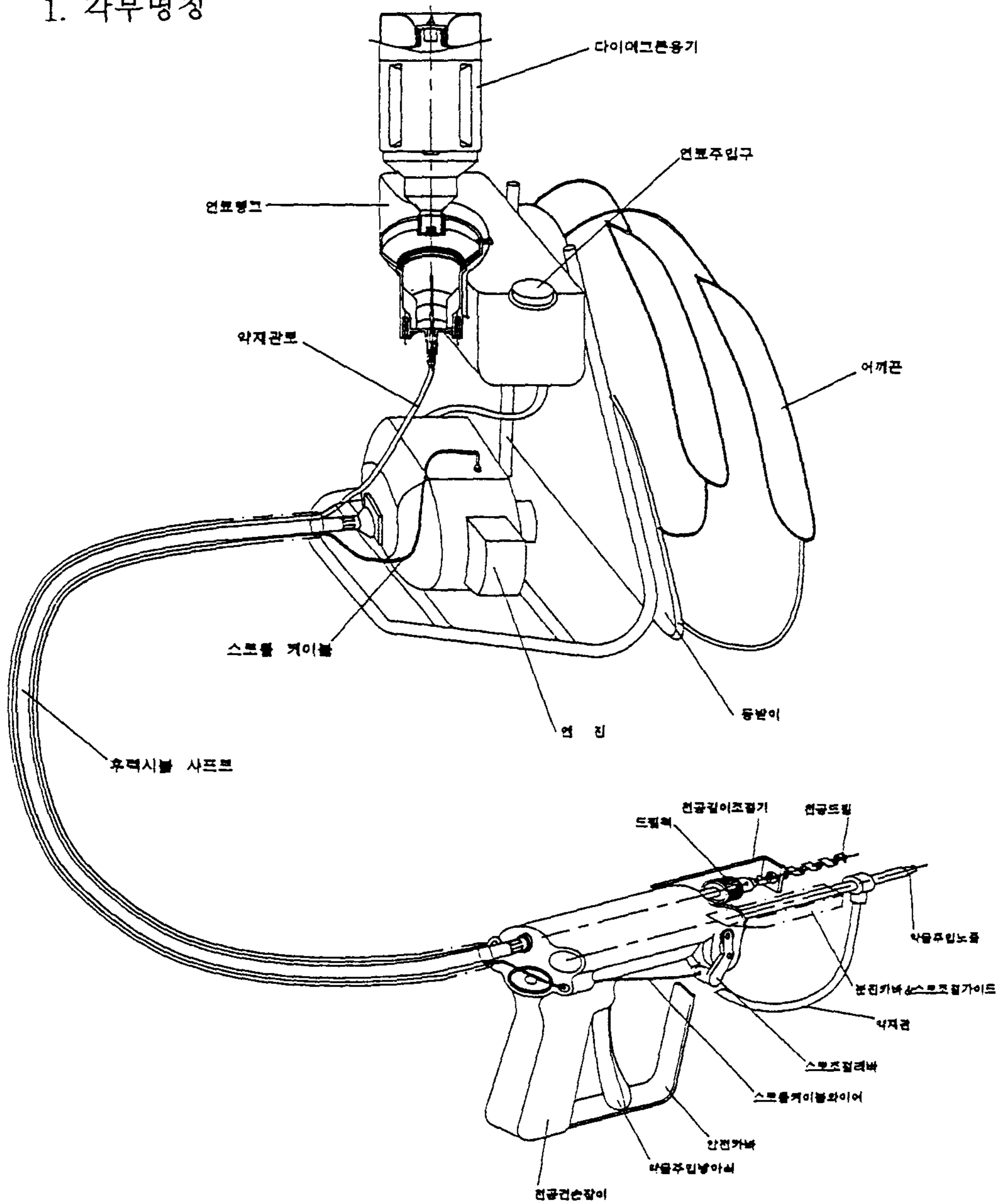


52	CAP			
NO.	DESCRIPTION	Q.TY	MATERIAL	REMARK
TITLE				APPR
현 공 기				CHEC
(수강 부서별)				DESIG
일변공사				96.11.6
SCALE 1/1		DWG. NO.	NS - NCH - 52	
<b>NAMSAN ENGINEERING</b>				

△		
△		
△		
MARK	REVISIONS	DATE

## 제2절 시작품 제작

### 1. 각부명칭



## 2. 일반사양

### 가. 엔진

엔진명 : 미스비시 T 200

형식 : 공냉식 2사이클 수직 피스톤 벨브, 휘발유 엔진

배기량 : 40.6 cc

최대출력 : 2.0 ps

카브레타 : 후로트식

점화방식 : 리코일식

사용연료 : 윤활유를 섞은 휘발유(25 : 1)

연료통용량: 1.4 ℓ

중량 : 6.9 kg

### 나. 연속수간주사 천공건

몸체 : 두랄미늄

천공드릴 : 엔진 회전력을 이용한 천공

약제주입장치 : 정량 펌프주입식(방아쇠에 의한 레바피스톤식)

최대주입량 : 6 cc / 1회 (주입량조절가능)

중량 : 0.8 kg

### 다. 약제탱크

재질 : PE

용량 : 1 ℓ

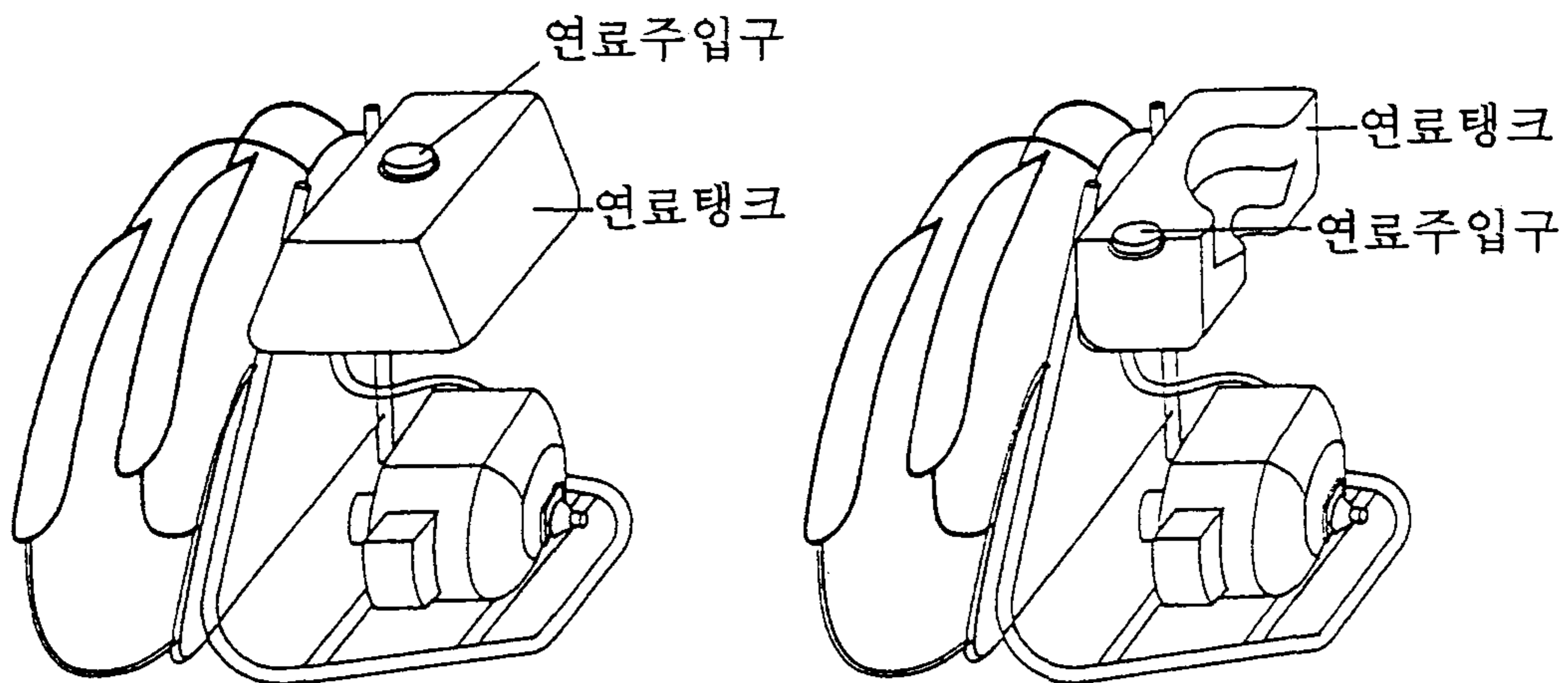
약제탑제방법: 엔진에 고정되어 있는 장착홀다에 탈부착이 신속한 구조

용기구조 : 안전체크벨브가 내장되어 약제누출에 따른 안전사고를 예방할 수 있도록 고안된 기밀용기

### 3. 주요부품의 특징

#### 가. 연료탱크의 구조

연료탱크는 약제통과 균형을 이루어 탑재가 가능하도록 고안되었으며 무게중심을 중앙으로 유도하였으며 연료주입이 쉽고 편리하도록 설계하였다.



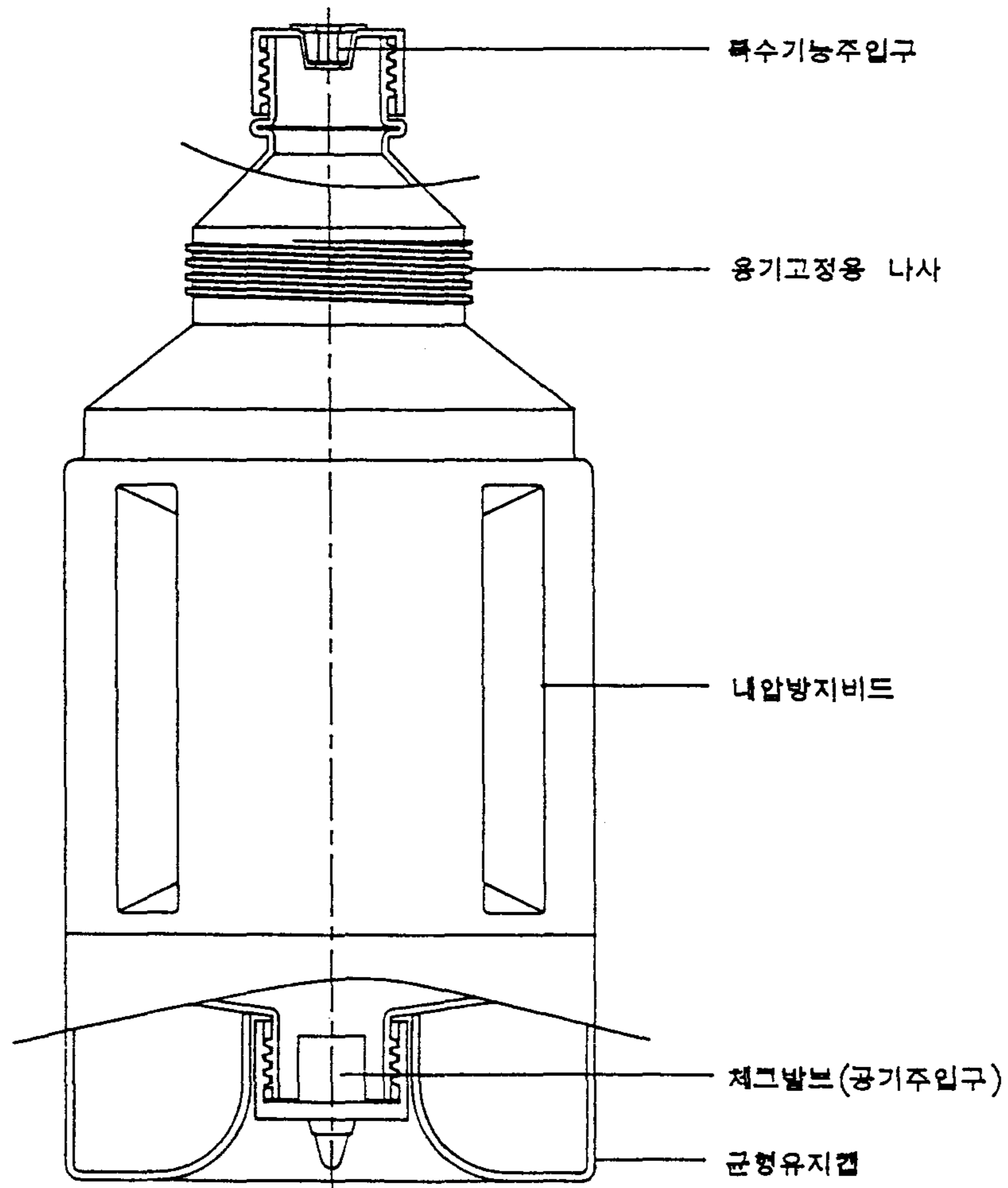
- 관행제품 -

- 개량제품 -



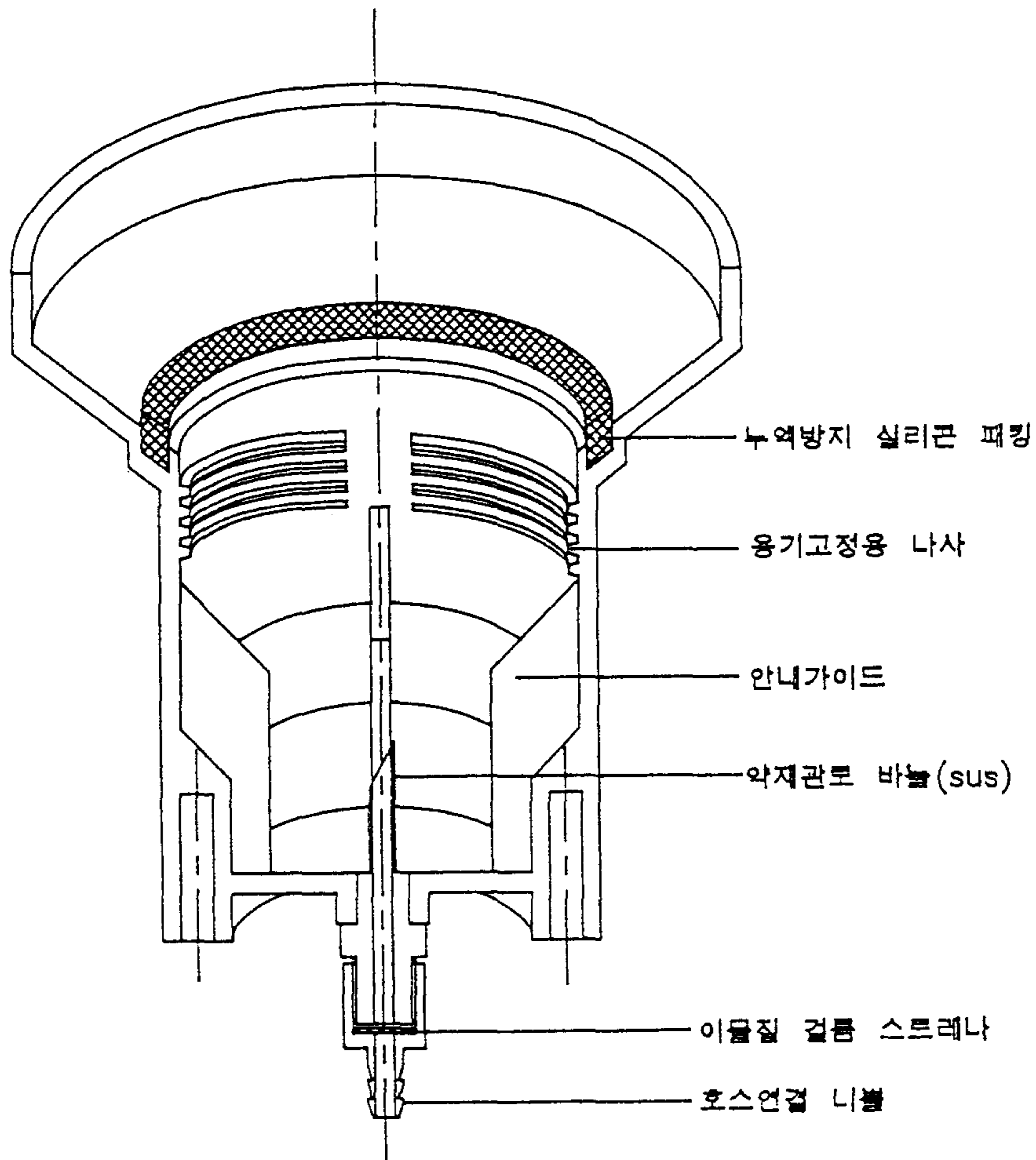
## 나. 약제용기

약제용기는 기존의 분리형 4ℓ 용기를 휴대와 장착이 용이한 1ℓ 용기로 개선하였으며 본 작업에 사용하는 약제가 맹독성이며 침투이행성이 강하므로 작업자의 피부에 접촉하여 안전사고를 유발하는 경우가 있기 때문에 이를 예방하고 약제의 손실이 없으며 사용약제에 대하여 화학적 반응이 일어나지 않는 재질을 이용하여 약제주입이 원활한 구조로 설계하였다.



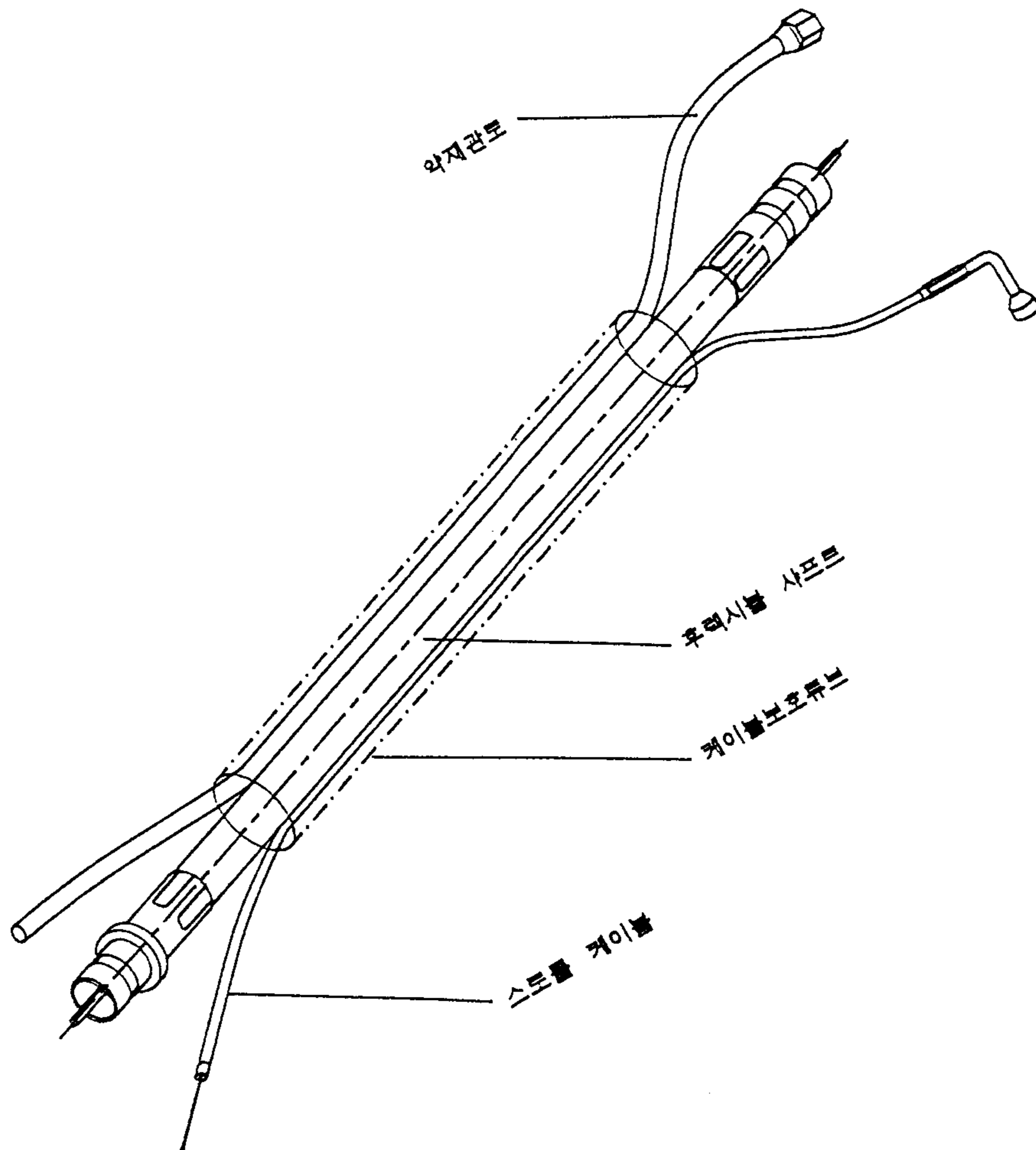
#### 다. 약제용기 장착홀더

개발된 용기를 부착함으로써 천공작업에 지장을 초래하지 않도록 엔진부에 장착 및 탈착이 신속하고 용이하도록 나사조임형으로 설계하였다.



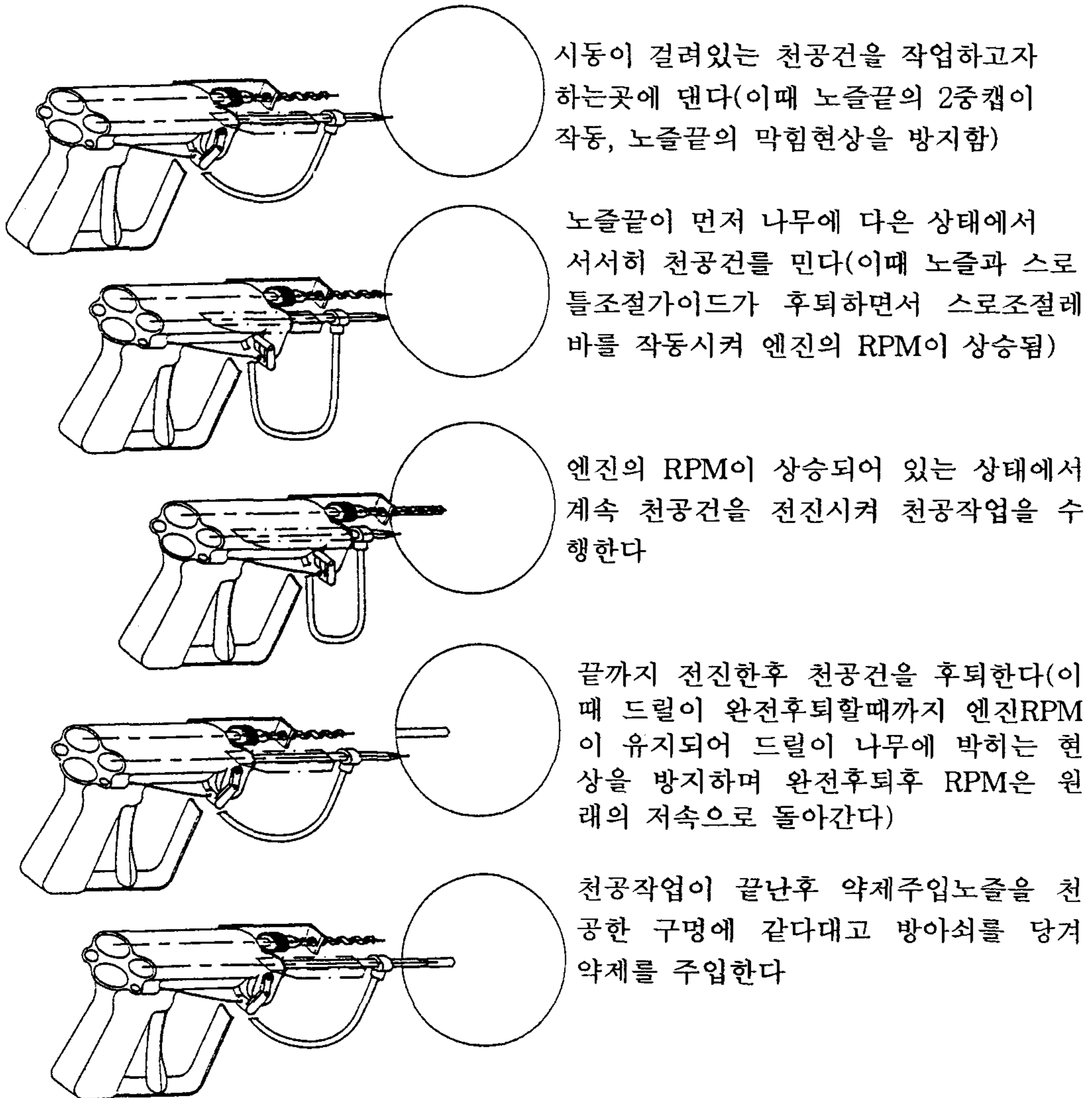
## 라. 후렉시블 샤프트

후렉시블 샤프트는 엔진부와 천공드릴을 연결시켜주는 중요한 기능을 가지고 있기 때문에 동력전달력이 우수하고 내구성이 강하며 어느 각도에서나 작업이 편리하도록 휨상태가 원활하게 제작하고 약제관로와 스톱클케이블 등의 보호튜브를 부착하여 작업중 파손과 나뭇가지등에 걸리는 현상을 최소화하였다.



마. 천공건 및 작동방법

천공과 약제주입기능이 결합되어 천공후 약제주입이 바로 이루어질 수 있고 약제누출이 없는 구조로 설계제작하였으며 작업방법은 다음과 같다.



## 제 3 장 실연방제시험

### 제 1 절 재료 및 방법

#### 1. 시험지 개황

1996년도 현재 솔잎혹파리의 피해가 심하여 수간주사에 의한 방제면적이 비교적 많은 강원도 영동지방에서 흉고직경급과 입목 밀도 및 작업환경을 고려하여 시험지를 선정하였으며 각지역별 임황 및 지황은 (표 4), (표 5), (표 6)과 같다.

(표 4) 원주지역의 시험지 개황

조사지역	표고(m)	방위	지형	DBH(cm)	경사(°)	본수/ha	작업조건	비고
홍업 매지	400	W	산록	20/10-30	18	460	불량*	잡관목과다
“	400	W	산록	18/10-30	22	480	불량*	”
“	430	NW	산복	14/10-22	25	600	보통	
귀래 운계	300	SE	산록	16/12-26	27	720	양호	
“	330	SE	산복	14/10-28	27	680	양호	
“	350	NW	산복	12/10-30	25	780	보통	

(표 5) 횡성지역의 시험지 개황

조사지역	표고(m)	방위	지형	DBH(cm)	경사(°)	본수/ha	작업조건	비고
둔내 현천	550	NE	산복	14/10-18	25	1,080	불량*	잡관목과다
“	570	NE	산복	14/10-16	28	980	보통	
“	600	SW	산복	20/10-24	30	860	보통	
둔내 두원	550	NE	산록	12/ 8-22	35	1,580	불량*	급경사, 잡
횡성 생운	200	S	산복	12/10-16	17	1,140	양호	관목과다
“	250	S	산복	14/10-20	30	1,260	보통	



(표 6) 평창지역의 시험지 개황

조사지역	표고(m)	방위	지형	DBH(cm)	경사(°)	본수/ha	작업조건	비고
봉평 백옥포	550	SE	산록	24/18-28	15	660	양호	
“	590	SE	산복	20/14-28	20	420	보통	
“	620	SE	산복	18/12-28	24	760	불량*	잡관목과다
대화 신리	500	SW	산복	18/12-28	26	640	양호	
“	520	NW	산록	20/12-32	33	500	불량*	급경사, 잡
“	550	NW	산복	22/10-36	28	600	보통	관목과다

## 2. 시험방법

### 가. 작업공정조사

작업환경 등을 고려하여 기선정된 각시험지에 20×25m(0.05ha)의 조사구를 설정하고 3인1조(천공 1인, 약제주입 2인)로 편성된 관행의 수간주사방법과 1인이 천공과 약제주입을 동시에 실시할 수 있는 개발제품의 작업공정을 비교조사하기 위하여 장소와 작업자 그리고 작업방향(붉은색 테이프를 이용 안내선 설치)등이 동일하게 하였으며 이때의 천공수와 약제주입량은 나무의 흉고직경을 측정하여 (표 7)의 기준표를 적용하였다.

(표 7) 그루당 약제주입 기준량

흉고직경(cm)	천공수(개)	천공당주입량(ml)	1본당주입량(ml)
12 이하	1	4	4
14 - 16	2	4	8
18 - 20	3	4	12
22 - 24	4	4	16
26 - 28	6	4	24
30 - 32	7	4	28
34 - 36	8	4	32
38 - 40	10	4	40
42 - 44	11	4	44

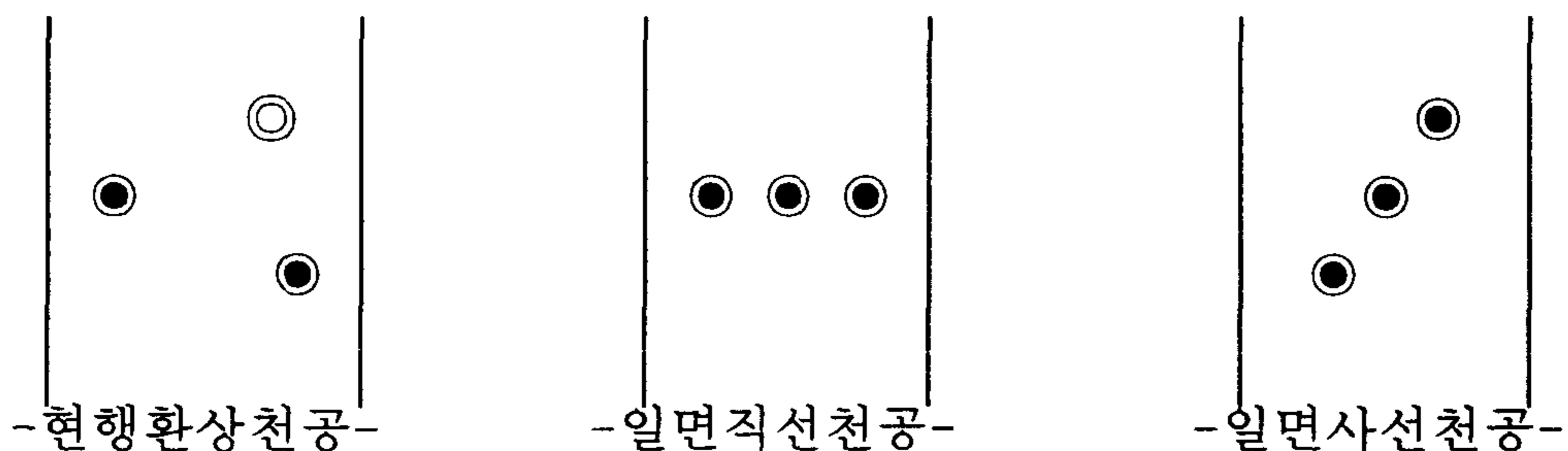


#### 나. 기종별 살충효과

원주, 황성, 평창지역에 2-3ha규모로 관행제품 및 개발제품을 이용하여 실연방제를 실시하고 각지역별로 100본씩의 공시목을 임의로 선정하여 약제주입이 누락된 그루수 또는 구멍수를 조사하였으며 공시목 수관의 중간부위에서 솔잎혹파리가 충영을 형성하는 금년도에 생장한 신초 10개씩을 채취하여 실내에서 충영형성과 유충폐사율을 조사하였다.

#### 다. 천공방법별 살충효과

현행 수간주사 작업시 약제주입공을 2개이상 천공할 경우 줄기둘레에 고르게 분포하도록 하고 있으나 경사가 급한 험준지에서는 실행이 곤란하다. 따라서 본 시험에서는 솔잎혹파리의 피해가 상승하고 있는 임분에서 (표 7)의 기준으로 천공수가 2개이상인 흉고직경 14-24cm의 공시목을 각각 15본씩 선정하여 <그림 1>에서와 같이 약제주입공을 나무의 줄기에 환상 또는 일면직선과 일면사선으로 배치하고 흉고직경급별로 천공방법별 살충효과를 분석하였으며 천공방법에 따른 수관의 부위별 살충효과는 18-20cm인 동일한 직경급에서 조사하였다.



<그림 1> 수간주사 천공방법별 약제주입공 배치도

#### 라. 수간주사약제의 수체내 상승각도 조사

솔잎혹파리 피해임지에서 9월초순에 흉고직경 20cm인 소나무에 기존방법과 동일하게 천공한후, 약제주입공에 염료를 주입하였으며 1개월후 천공부위로부터 수고를 50cm간격으로 구분하여 처리목의 원판을 제작하고 주입공으로부터 염색된 부분까지의 회전각도를 측정하여 염료의 상승각도를 구하였다.

#### 마. 개발제품 보급의 소요비용

개발제품을 보급할 경우의 소요비용은 1996년도 산림청 예산 집행계획서에 기술된 내용을 참고로 하였으며 기보급 천공기에 대해서는 일부 부품만을 교체하여 사용할 수도 있기때문에 부품교체 비용은 기보급된 천공기중 사용 가능한 기기에 한하여 예상 소요액을 산출하였다.

#### 바. 사용농약의 안전사용에 대한 검토

사용약제인 포스팜 50%원액에 형광물질 0.5%를 희석하여 현행 수간주사시 약제주입인부가 사용하는 방제복을 입혀 작업하게 한 후 2시간 경과시에 다시 수거하고 청색불빛을 이용 방제복에 묻어 있는 포스팜액제를 육안으로 달관조사하여 관행제품과 개발제품의 안전성을 비교검토하였다.

## 제 2 절 시험결과 및 고찰

주요산림해충인 솔잎혹파리와 솔껍질각지벌레의 유력한 방제수단으로 사용되고있는 수간주사법은 자연생태계에 미치는 부작용이 적고 방제효과가 우수하여 피해상승임지에서의 이들 해충의 밀도관리를 위한 적절한 방제방법이나 관행방법은 천공과 약제주입이 분리되어 작업능률이 저하되고 고독성이며 인체에 대한 피부 침투력이 강한 포스팜액제에 의한 안전사고등의 문제점을 내포하고 있어 천공과 약제주입을 동시에 작업하므로써 방제인력의 절감과 안전성, 그리고 방제효과를 더욱 높일 수 있는 새로운 수간주사법 개발에 관한 연구가 1995년부터 1996년까지 1년간에 걸쳐 산림해충 방제작업 현장의 애로 해결을 위한 기술개발과제로서 이루어져 일체형 수간주사기가 개발되었으며 그 시작품에 대한 산지적용 시험이 솔잎혹파리의 피해가 심한 영동지방에서 수행되어 다음과 같은 결과를 얻었다.

### 1. 개발제품의 작업공정

1일작업시간은 원주, 횡성, 평창의 3개지역에서 작업장에 도착한 시점부터 하산시까지 10분단위로 조사하였으며 각지역별 평균작업시간은 (표 8)과 같다. 3지역에서의 작업시간은 거의 비슷하였으며 수간주사작업이 활잡목이 무성하고 기후조건이 좋지 않은 6월중에 주로 실시되고 경사가 급한 산지에서 이루어지며 약제주입 작업은 노령인부나 부녀자에 의해서 실행되기 때문에 1일 평균작업시간은 약 240분으로서 비교적 짧은 시간이 소요되었다.

(표 8) 지역별 1일 평균작업시간

구 분	소 요 시 간(분)			
	원 주	횡 성	평 창	평 균
천공 및 약제주입	220	240	250	240
중식 및 휴식	180	160	130	160
기기정비 및 기타	60	100	100	90

(표 9)에서와 같이 본 개발제품의 작업공정은 ha당 소요시간이 평균 약 321분으로서 관행방법의 238분에 비하여 83분이 더 소요되었으나 관행방법은 3인 1조(천공 1인, 약제주입 2인)로 작업이 실행되는 것에 비하여 개발제품에 의한 작업은 1인이 천공과 약제주입을 동시에 하기 때문에 ha당 소요인원은 1.9인으로서 관행방법의 3.0인에 비하여 약 1인의 방제인력이 감소되어 산림청에서 작성한 1996년도의 수간주사면적과 단비표에 의하면 약 23억원의 인건비 절감효과가 있었다(표 10). 지역간 작업시간의 차이가 경미한 것은 각 작업단이 현지실정을 잘 인지하고 있으며 ha당 천공수 또는 약제주입량에서는 천공과 약제주입작업보다는 처리목간의 이동시간이 더 많이 소요되기 때문인 것으로 생각된다.



(표 9) 각지역별 평균작업공정 (단위: ha)

조사지역	천공수(개)	주입량(ml)	작업시간		소요인원	
			관행제품	개발제품	관행제품	개발제품
			원 주	1,807	7,227	232분40초
형 성	2,443	9,773	246분20초	324분20초	3.1	1.9
평 창	2,153	8,613	237분20초	326분20초	3.0	1.9
평 균	2,134	8,538	238분47초	321분27초	3.0	1.9

※ 소요인원 : 작업시간×작업인원÷1일평균작업시간

(표 10) 1996 수간주사 방제면적에 대한 제품별 소요인건비

수간주사면적 (ha)	총수간주사작업인원(인)		소요인건비(만원)		인건비절감액 (만원)
	관행제품	개발제품	관행제품	개발제품	
	61,000	244,000	183,000	912,560	

## 2. 기종별 살충효과

원주, 형성, 평창지역에 2-3ha규모로 관행제품 및 개발제품을 이용하여 실연방제를 실시하고 100본씩의 공시목을 임의로 선정하여 약제주입이 누락된 그루수 또는 주입공수와 추기에 솔잎혹파리 충영형성율과 유충폐사율을 조사한 결과 (표11), (표12)과 같다.

약제주입이 누락된 주입공수는 관행제품의 15.0%에 비하여 개발제품은 0.02%로서 현저히 낮은 수치를 나타내었다. 또한 각지역별 약제주입누락율은 본해충의 충영형성율이 낮은 지역일수록 높게 나타났다. 이는 작업자가 작업에 임하는 태도에도 영향이 있을 것으로 생각되나 관행제품은 각 작업이 분리되어 잡관목이 우거진 상태에서 약제주입자가 주입공을 찾기가 어려운 점에 기인하는 것으로 여겨진다. 또한, 살충효과조사에서 개발제품에 의한 방제지가 관행제품에 비하여 지역에 따라 5.3%-14.1%의 높은 살충율을 보인 것은 전술한 약제주입누락율의 차이를 잘 입증하고 있으며 관행제품에서 나타날 수 있는 천공작업과 약제주입작업의 시간차에 따라 소나무 수지에 의한 약제이동의 저해현상도 생각해 볼 수 있을 것이다.

(표 11) 기종별 약제주입누락율

조사지역	조사천공수(개)		약제주입누락공수(개)		약제주입누락율(%)	
	관행제품	개발제품	관행제품	개발제품	관행제품	개발제품
	원 주	133.2	135.0	23.3	0.3	17.4
횡 성	113.3	116.3	15.3	0.3	13.5	0.03
평 창	157.3	155.0	22.0	0.0	14.0	0.0
평 균	134.8	135.4	20.2	0.2	15.0	0.02



(표 12) 기종별 슬릿혹파리 살충효과

조사지역	충영형성율(%)		유충폐사율(%)	
	관행제품	개발제품	관행제품	개발제품
원 주	26.2	21.0	68.8	82.9
횡 성	75.2	65.4	70.4	75.7
평 창	58.2	50.0	68.9	78.6
평 균	53.2	45.5	69.4	79.1

### 3. 개발제품의 보급에 예상 대체비용

(표 13)는 본 개발제품을 보급할 경우, 관행장비구입비에 대한 대체비용증감액으로서 1996년도 산림청예산집행계획서에 기술된 내용을 참고로 하였다. 개발제품의 구입가는 관행 동력천공기에 비하여 약 2배가 소요되었으나 약제주입작업에 필요한 예산이 절약됨으로서 실질적으로는 1천 2백만원이 더 소요되었다.

(표 13) 1996년도 장비구입비에 대한 대체비용증감액 (단위:백만원)

'96수간주사 장비구입비	개발제품대체비용	증감액
동력천공기(503대): 263	동력천공수간주사기(503대): 468	205
약제주입기(748대): 143	약제주입기(불필요): 0	-143
방제복(3,571벌): 50	방제복(불필요): 0	-50
계		12

※ 개발제품: 950,000원/대, 기존천공기: 524,000원/대,  
 약제주입기: 32,000원/대, 방제복: 14,000원/1착

#### 4. 사용농약의 안전사용에 대한 검토

사용약제인 포스팜 50%원액에 형광물질 0.5%를 희석하여 2시간작업후 청색불빛을 이용 방제복에 묻어 있는 포스팜액제를 육안으로 달관조사한 결과, 천공과 약제주입이 분리되어 있는 관행방법에 비하여 2작업이 동시에 이루어지는 개발제품의 안전성이 더욱 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 약제주입작업자 2인이 동일한 방향으로 진행하고 주입공을 찾는 과정에서 하층식생에 묻어 있는 농약에 접촉할 수 있는 기회가 많은 것에 반하여 개발제품은 천공후 약제주입이 동시에 이루어져 약제처리지를 다시 지나칠 필요가 없어 상대적으로 농약접촉기회가 적기 때문으로 여겨진다.

#### 5. 천공방법별 살충효과

현행 수간주사 작업시 약제주입공을 2개이상 천공할 경우 줄기둘레에 고르게 환상으로 천공하고 있으나 한쪽면에서만 천공토록 하므로써 작업환경이 불리한 곳에서의 안전사고를 줄일 수 있는 방안을 강구코저 흉고직경급에 따라 솔잎혹파리의 피해목에 2-4개의 주입공을 기존의 환상천공법 및 일면직선천공법과 일면사선천공법으로 포스팜액제를 주입한 후 주입공을 기준하여 전면과 후면, 그리고 수관의 상부,중부,하부별로 살충효과를 비교하였다(표 14), (표 15). 천공방법에 따른 수관부위별 솔잎혹파리의 살충효과는 환상천공이 90.2%-96.1%의 고른 살충율을 보인 반면 일면천공은 84.0%-93.6%로 다소 균일치 못하였다. 또한 흉고직경급별 살충효과도 일면천공은 82.8%-97.8%로 환상천공의 92.5%-95.0%에 미치지 못하였다. 그러나 평균살충율은 큰 차이가 없어 임목밀도가 밀한 지역이나 경사가 급하고 작업환경이 불리한 임지에서는

일면천공법을 적용하는 것이 바람직하겠으며 일면수평천공보다는 일면사선천공이 수관부위별 약제의 분산이나 살충율에서 다소 효과적이었다.

(표 14) 천공방법에 따른 수관부위별 솔잎혹파리 살충효과

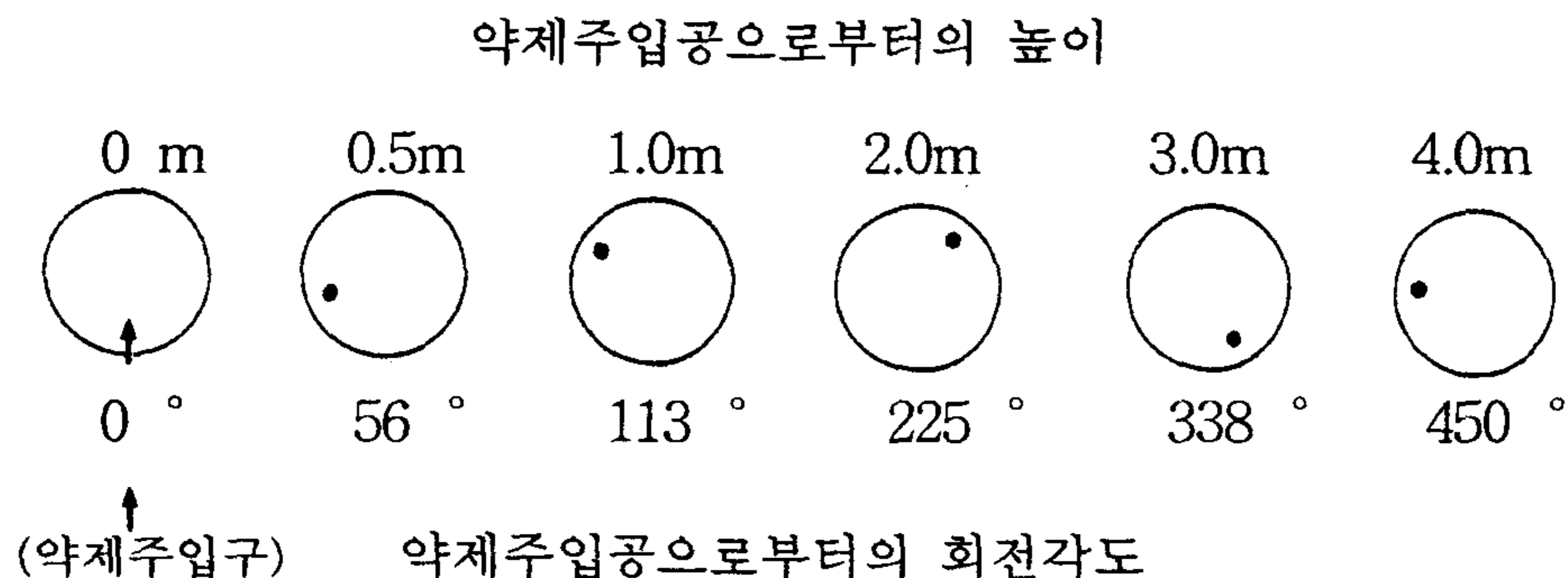
천공방법	수관부위별살충율(%)						평균
	천공전면가지			천공후면가지			
	상부	중부	하부	상부	중부	하부	
관행환상천공	95.7	92.2	90.2	90.8	92.4	96.1	92.9
일면사선천공	87.2	88.2	88.7	89.8	93.6	91.6	89.9
일면수평천공	89.4	84.0	88.8	88.6	87.0	85.9	87.3

(표 15) 흉고직경급에 대한 천공방법별 솔잎혹파리 살충효과

흉고직경(cm)	천공수(개)	살충율(%)		
		관행환상천공	일면사선천공	일면수평천공
14 - 16	2	94.8	97.8	83.6
18 - 20	3	92.5	91.4	88.0
22 - 24	4	95.0	81.8	95.6
평균	-	94.1	90.3	89.1

## 6. 수간주사약제의 수체내 상승각도조사

소나무와 같이 나선상의 목리구조를 가진 침엽수의 수액상승은 점진적으로 나선형을 그리며 올라가며 이러한 현상은 수간에 살충제를 주입하였을때 약제를 골고루 분배시키는 경향을 나타낸다 (Kozlowski등, 1963). 본시험에서는 수간주사시 약제를 한쪽면에만 주입할 경우 주입공을 어느 방법으로 배치하는 것이 유리한가를 알아보기 위해 흉고직경이 20cm인 소나무 수간에 염료를 주입하고 주입부위로부터 수고 50cm간격으로 원판을 제작하여 착색된 부분을 나타낸 것이 <그림 2>이다. 그결과 소나무에 주입된 약제는 시계바늘과 같은 방향으로 회전하며 1cm 상승하는데 약  $1.125^{\circ}$  회전하는 것으로 나타났으며 원위치로 한바퀴 회전하는 부위는 약제주입구로부터 약 3.2m 높이였다. 따라서 일면에 사선으로 천공할 경우는 우측상단부로부터 좌측하단으로 천공하는 것이 약제의 고른 분산을 위해서 효과적인 것으로 나타났다.



<그림 2> 소나무에 수간주입한 염색물질의 회전방향 및 상승각도



## 제 4 장 결 론

본시험은 솔잎혹파리 및 솔껍질각지벌레의 가장 유력한 방제수단으로 이용되고 있는 수간주사작업의 생력화와 농약안전사고예방 및 방제효과증대를 위한 기술개발과제로서 천공작업(1인)과 약제주입작업(2인)이 분리되어 있는 현행수간주사법을 1인이 천공과 약제주입을 동시에 실행할 수 있는 일체형 수간주사기의 개발과 더불어 약제주입공의 적절한 배치방법 등에 대한 연구가 1995년도부터 1996년도 까지 1년간에 걸쳐 수행되었다.

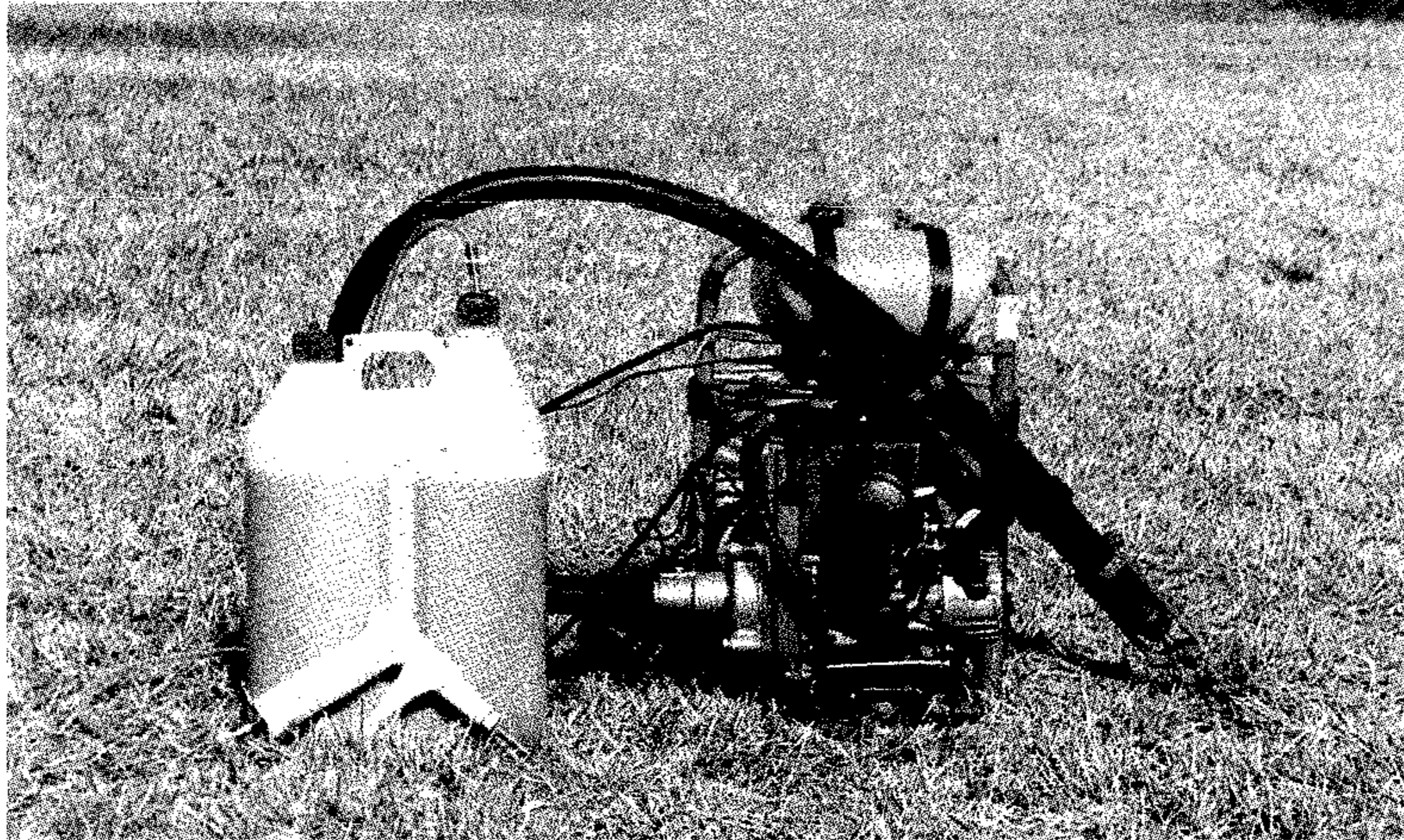
개발된 일체형수간주사기는 약제의 누출이 없고 사용약제에 대한 화학적반응이 일어나지 않는 재질을 이용하여 동력전달력이 우수하며 천공작업과 약제주입이 원활하게 동시에 이루어 질 수 있는 구조로 설계제작되었으며 본 기기에 의한 작업공정은 관행의 분리된수간주사기에 비하여 ha당 약 1.0인의 방제인력을 절감시킬 수 있는 것으로 나타났으며 방제효과도 5.3%-14.1% 높일 수 있고 약제에 대한 안전성도 높았다.

약제주입공의 배치방법 개선에 있어서 수간의 한쪽면에만 약제주입공을 배치하였을 경우 84.0%-93.6%의 살충율을 보여 줄기의 둘레에 고르게 배치한 방법의 90.2%-96.1%에 비하여 약제의 분산력이 떨어지는 결과를 보이고 있으나 일면사선천공과 관행환상천공의 평균살충율은 각각 89.9%와 92.9%로 비슷하였다.

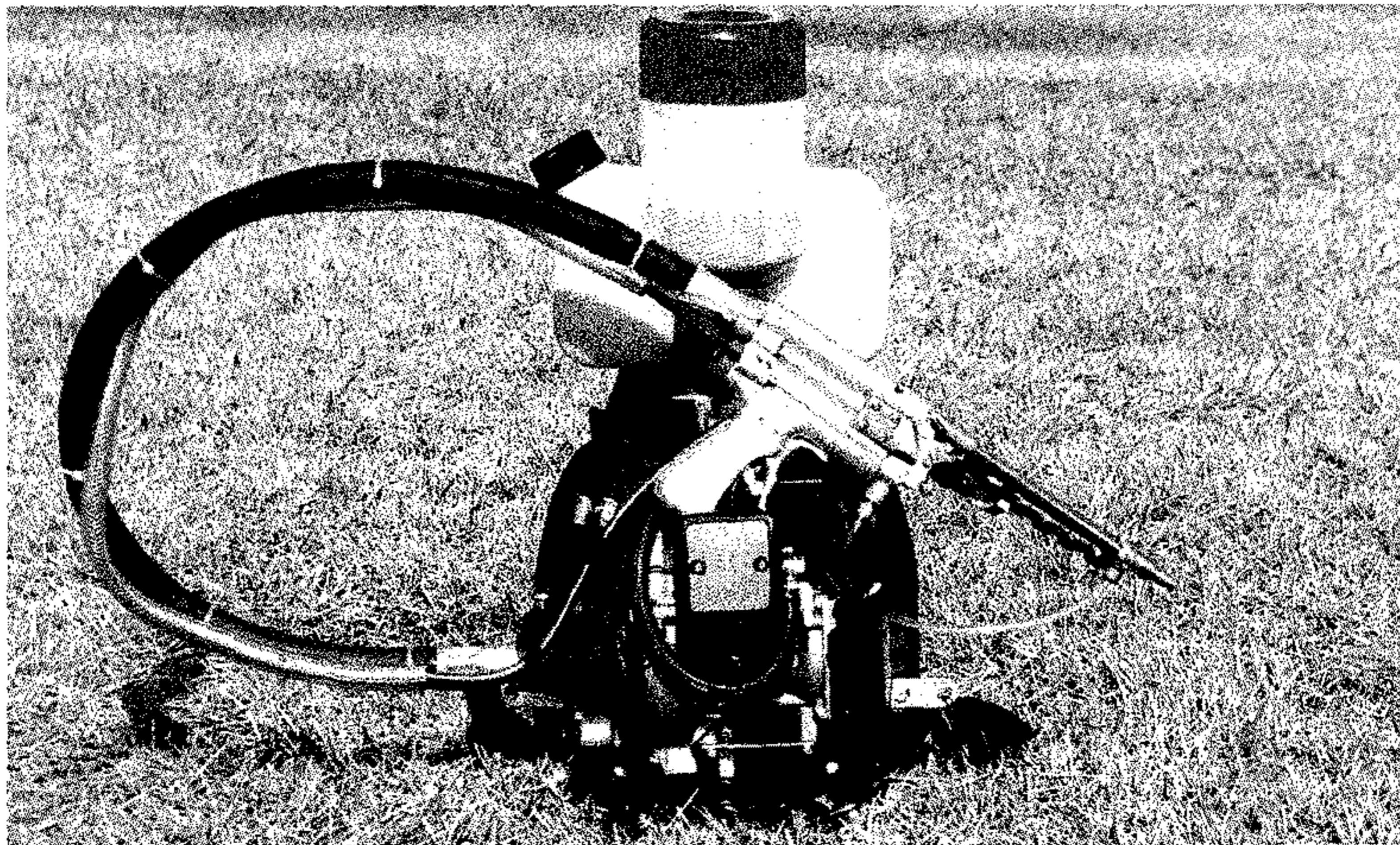
또한 수간주입한 약제가 수체내에서 10cm상승하는데 시계바늘과 같은 방향으로 약 11.25 °의 상승각도를 이루었다. 따라서 작업환경이 불량한 임지는 안전사고예방과 작업능율의 향상을 위해서 일면천공도 무난하였으며 배치방법은 오른쪽 상단에서 왼쪽 하단으로 약제주입공을 배치하는 것이 보다 효과적으로 나타났다.

여 백





천공, 약제주입 분리형 수간주사기(관행제품)



천공+약제주입 일체형 수간주사기(개발제품)



수간주사작업 실행장면



여 백

## 참 고 문 헌

1. 박기남. 1967. 침투성 살충제의 수간주입에 의한 솔잎혹파리 구제시험. 임시연보 14: 119-125
2. 변병호, 박지두, 김철수. 1989. 신농약에 의한 솔잎혹파리방제시험. 임업연구원보고서(4-Ⅲ): P172-185.
3. 변병호, 박지두, 김철수. 1990. 피해선단지의 솔잎혹파리 밀도관리 및 방제에 관한 연구. 임업연구원 보고서(5-Ⅳ): 1149-1215
4. 산림청. 1996. 임업통계연보. 26: 356.
5. 이범영. 1992. 솔잎혹파리의 생태특성과 관리전략. pp.209-224. '92 강원대학교 임과대학 국제학술심포지움.
6. 임업시험장. 1985. 솔잎혹파리 연구백서. 산림청 임업시험장, 278 pp
7. 정영진, 이범영, 변병호. 1991. 침투성살충제의 수간주입에 의한 솔잎혹파리 방제전략. 임시연보 42: 135-139.
8. 최승윤, 박형만, 정부근. 1982. 솔잎혹파리의 약제방제에 관한 연구 VII. 침투성 살충제 수간주입 방법개선에 관한연구. 한국식물보호학회지, 21(4):191-194
9. 현재선. 1983. 솔잎혹파리의 생태와 방제전략. 학술원논문집. 22: 337-363.
10. Giese, R. I., D.M.Benjamin and J.E.Casidac. 1958. Results of trunk implantation of systemic insecticides in Conifers. Jour. Ent. 51(3): 400-401

11. Kozlowski, T.T. and C.H. Winget 1963. Patterns of water movement in forest trees. *Bot. Chicago*. 124: 301-311
12. Norris, D. M. 1960. Systemic insecticidal action in the Cortical tissues of Elm twigs. *Jour. Econ. Ent.* 53(6): 1034-1036