

제 1 차 년 도
중 간 보 고 서

'94 현장애로기술개발사업

‘파이프하우스用 PC 경질판 개발 연구’

**Studies on polycarbonate sheet
in use of arching Green house**

연구 기관

일신화학공업주식회사 연구개발실

농 립 수 산 부



제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “94현장애로기술개발사업”과제 (파이프하우스용 PC경질판개발사업)의 중간보고서로 제출합니다.

1995년 12월 26일

주관연구기관명: 일신화학공업주식회사

총괄연구책임자: 박 광 역

연 구 원 : 임 체 일

: 문 근 필

: 김 승 욱

연 구 보 조 원: 정 근 우

요 약 문

1. 제 목

파이프하우스용 PC경질판 개발 연구.

2. 연구개발의 목적과 중요성.

현재 우리나라의 시설원예용 온실은 주로 폴리에틸렌 연질필름을 사용하여 연중 피복소재를 교체해주어야 하는 체제로 되어 ㅄ있는 바, UR협상 타결이후, 고정식온실의 시공면적이 증대되어 피복재 또한 장기성피복재에 대한 요구가 증대되고 있어 현재까지 개발된 경질판(硬質板)소재 중 내구성과 투명성이 가장 우수한 폴리카보네이트(POLYCARBONATE)를 활용하여 기존 파이프하우스 골재에 경질판 소재를 피복하는 연구를 진행하여 시설원예산업의 국제경쟁력을 높이는데 그 연구목적이 있다.

3. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 우리나라에 기존 보급되어 있는 철재 비닐하우스 골조에 한번 피복으로 3-4년이상가는 장기성피복재 개발에 관한 것으로 일차적으로 그 소재를 폴리카보네이트(POLYCARBONATE)를 중심으로 개발하면서 기타 폴리올레핀계의 합성수지까지 그 범위를 확장하여 상기 목적을 달성하고자 한다.

4. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의.

1980년 중반기부터 정부재정 비닐하우스및 철골온실 표준설계도가 농가에 보급되어 매년 그 설계사양이 개선되어 가고 있는 바, 본 연구의 결과는 정부의 주도하에 이루어지는 시설원예용 온실의 표준설계도로 채택되어 해당 농가로 배포되는 것이 가장 효과적인 방법이므로 소재의 개발과 함께 표준설계서의 농업기술 지도기관에 배포할 것을 건의함.

목 차

1. 과제명	1
2. 추진동기	1
(1) 시대적 배경	1
3. 연구개발 목표	4
(1) 최종연구 개발사업 목표	
(2) 당해년도 연구개발 목표	
4. 계획대비 진도표	6
5. 주요 연구개발 내용및 중간결과	8
(1) 성형 형태에 관한 연구	
(2) 결로방지 표면처리 효과에 관한 연구	
(3) 시공편리성에 관한 사례연구	
6. 기대성과	12
(1) 경제적인 측면	
(2) 악성노동으로 부터의 해방	
7. 연구개발사업 성과에 대한 실용화 방안	14

현장애로기술개발사업 중간보고서

1. 과제명 : 파이프하우스용 PC(폴리카보네이트) 경질판 개발사업.

2. 현장애로기술개발사업을 추진하게 된 사유(동기)

신선농산물의 생산시설중 피복자재의 내구연한및 기능성을 높여 재배작물의 광환경을 개선하고 자동화설비를 현대화하여 시설원예종사자의 작업성을 향상시켜 궁극적으로 생산성향상에 기여하고자 한다.

(1) 시대적 배경

○ 고부가가치 농산물 생산기반 구축을 위하여 시설재배면적 급증.

○ '93년 현재 시설유형별 보급면적.(단위: ha)

일반형 비닐하우스	35,516 (97.4 %)
자동화 연동하우스	874 (2.4 %)
철골(PET,PC)온실	35 (0.1 %)
유리온실	23 (0.1 %)

○ 일반형비닐하우스는 그 면적 비율이 점점 줄어드는 추세이고 주년재배를 위한 고정식하우스(자동화연동하우스 1-2W형, 철골PC, PET온실, 유리온실)의 면적이 급신장하고 있는 추세임.

○ 아치형연동은 시설의 생산성향상 차원에서 환경관리가 용이하고, 부대시설의 투입이 쉬워 보급이 가장 활발한 시설이지만 피복자재를 매년 피복하는 번거러움을 해소하기 위한 장기(4-5년)이용 피복자재 개발, 지붕환기구조의 개선등이 진행된다면 가장 저렴한 원예시설로 정착될 수 있으리라 예상됨.

① 연질필름 피복하우스의 문제점

* 년 1회 이상의 필름교체비용 부담.(농촌 노임의 상승으로 비용증가)

* 농촌노동력의 고령화로 인한 필름 교체작업의 노동력 부족.

* 내표면의 물방울맺힘에 따른 광환경(光環境)의 악화로 인한 문제점 노정.

(필름제조회사와 사용농가와의 분쟁 다수 발생)

* 소재 자체의 한계 및 시공상 밀폐성 부족으로 난방비 과다지출.

- * 농촌노동력의 고령화로 인한 필름 교체작업의 노동력 부족.
- * 내표면의 물방울맺힘에 따른 광환경(光環境)의 악화로 인한 문제 노정.
(필름제조회사와 사용농가와의 분쟁 다수 발생)
- * 소재 자체의 한계 및 시공상 밀폐성 부족으로 난방비 과다지출.

② 유리 피복온실의 문제점

- * 높은 시공비(35만 -- 50만/평)로 인한 농가부담
- * 정부의 지원없이 자부담으로 유리온실을 경영할 경우, 높은 금리부담및 농산물유통구조의 불안으로 인해 손익분기점에 도달하는 것은 사실상 불가능.
- * 경험과 실력을 갖춘 농민이라 할지라도 담보능력이 없으면 융자불가능. 고부가가치 시설원예의 집단화,단지화에 어려움.

③ 경질피복자재(PC-Corrugated sheet, PET,PVC) 피복온실의 문제점

- * 경질판 시공경험의 일천함으로 온실의 밀폐성 및 작업성 지하.
- * 천골온실에 피복하므로 농민이 자부담으로 설치하기에는 가격이 高價.
- * 유리보다 3배이상 비싼 수입완제품 경질PC파판의 부담.
- * 걸로방지처리의 미비로 인해 재배환경의 악화로 생산성 지하.

(표 1) 시설유형별 투자내용 비교

구 분	유리온실	경질(PC,PET)온실	자동화미닐온실
온도관리	온수난방 지중가온	온풍난방 온수난방	온풍난방
재배방법	양액재배	양액재배, 토경재배	토경재배
탄산가스시비	액화탄산	LPG연소식	LPG연소식 유기물시용
내부커튼장치	2중부직포,스크린 트로피칸	부직포,트로피칸 삼중EVA필름	부직포,트로피칸 삼중EVA필름
천창,측창개폐	밀창식	밀창식	권취식
시공비(천원/평)	400 - 450	250 - 300	100 - 120

3. 연구개발사업 목표

가, 최종연구 개발사업 목표

- 고가의 원예시설인 유리온실과 매년필름교체작업이 빈기로운 인질필름온실의 중간급인 시공비(평당) 150천원 -- 200천원 대의 PC경질판 자동화 온실시공을 가능하도록하는 피복재 개발.
- 내구연한 10년 안팎의 경질판인 PC(폴리카보네이트)板을 현재 가장 일반화된 자동화연동하우스(1-2W형)에 손쉽게 농가에서 시공할 수 있도록 두께/ 폭/ 길이/ 골간격/ 포장방법/ 운송방법/등을 직설하게 개발.
- 내외부의 온도차에 의해 표면에 물방울이 맺히게되는 경질플라스틱 시트에 결로방지처리(In-Line처리, 사후 SPRAY처리)방법을 개발, 재배작물의 광환경을 개선하고 결로현상에 관한 시설원예농가의 고질적인 현상으로 사항을 해소하는 기술개발.

나, 당해년도 연구개발 사업목표

- 피복형태별 PC(폴리카보네이트)성형방법 연구
현재 진행중인 PC-파판의 성형방법과 관련하여 파이프하우스및 그에 상응하는 온실지붕에 피복 가능하도록 성형 롤라의 형태를 개선하여 피복 자재를 시범생산하여 그 가능성을 타진해 보는 연구
- 연동형자동화하우스에 설치가능한 PC-Sheet의 골모양및 골간격 확정
현재 전세계적으로 생산,보급되고 있는 PC-Sheet의 모양을 점검하여 우리나라 원예시설에 적용가능한 모델을 찾아, 가장 저렴한 비용으로 생산하고 가장 손쉽게 피복할 수 있는 골모양을 확정하여 샘플생산 .
- PC-Sheet의 표면 결로방지처리제(특수계면활성제) 개발.

연질PE필름에 주로 적용하고 있는 결로방지제(계면활성제)를 활용하여 PC경질판에 적용, 가장 경제적인 처리방법을 고안.

- PC-Sheet의 시공편의성에 관한 연구및 시범하우스 시공의뢰.
 - ,기존의 1-2W형 자동화하우스에 적용이 가능한 지 가능성 타진.
 - ,온실의 밀폐성,보온성,광환경등 현장 적용 시험연구.
 - ,위의 사항이 여의치 않을 경우 적절한 모델 온실시공업체외 공동 개발.
 - ,적절한 모델의 개발과 동시에 시범하우스 시공.

4. 계획대비 진도표

구 분 기술개발내용	기 술 개 발 기 간												진도 (%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
PC-Sheet 형태 연구													65
PC하우스 모델조사													28
결로방지처리연구													60
시공편의성연구													45
시범하우스 설치													28
중간집진및 종합간담회													33
총 진 도 율													43

<진도설명>

(1) 피복형태별 제품사양에 관한 연구.

- * 국내외 13가지 타입의 플라스틱경질판 모델을 선정하여 생산가능여부, 시공편리성을 타진하여 3 - 4가지 타입의 PC-Sheet를 시험생산.
- * 기 시험생산한 3 -4가지 타입의 PC-Sheet중 국내 대중적인 파이프하우스 골조자재에 가장 적당한 모델을 최종선정하는 절차가 남아 있음.

(2) PC하우스 모델조사.

- * 당사가 파이프하우스 시공에 대한 경험과 기술이 없으므로 기존의 철골 PC(PET)온실외 해외에 대중화되어 있는 경질판 온실 중 국내 적용가능성이 있는 모델형태를 수집, 국내의 온실시공업체의 의견을 모니터링하여 PC-Sheet의 규격및 형태의현장 적용 타당성 여부 타진.
- * 현재 2개의 시범하우스 모델을 선정하여 놓고 있는 상태.

(3) 결로방지처리연구.

- * 국내외에서 이미 개발된 결로방지제의 PC적용 실험 진행.
- * 결로방지제 도포 후, 실험실에서의 유직(流滴)효과 실험.
- * 결로방지제(특수계면활성제)의 성분은 채택되었고, PC-Sheet의 수명(10년) 동안 결로방지효과를 지속시키는 자외선(UV)硬化 기법에 대한 실험 연구를 진행할 계획.
- * PE인질필름과 PC-Sheet의 결로방지제 처리 후 비교실험.
- * 시범하우스 속에서의 현장테스트를 거치면서 온실내부의 환경변화에 대한 연구를 진행하는 과정이 남아있음.

(4) 시공편의성에 관한 연구.

- * 기존 경질판 설치 온실의 최대 약점인 밀폐성 부족을 해결하기 위한 국내외 각종 사례 조사를 진행하였음.
- * 본 연구사업의 최종목표는 농가의 자가시공이 가능한 PC-Sheet의 형태로 발이므로 골조자재에 손쉽게 조립하는 방식의 부속자재 개발도 진행되어야 함.
- * 온실시공업체와 연계하여 현장테스트를 거쳐 다양한 자재를 개발토록 하는 과제를 추후 진행할 예정임.

(5) 시범하우스 설치.

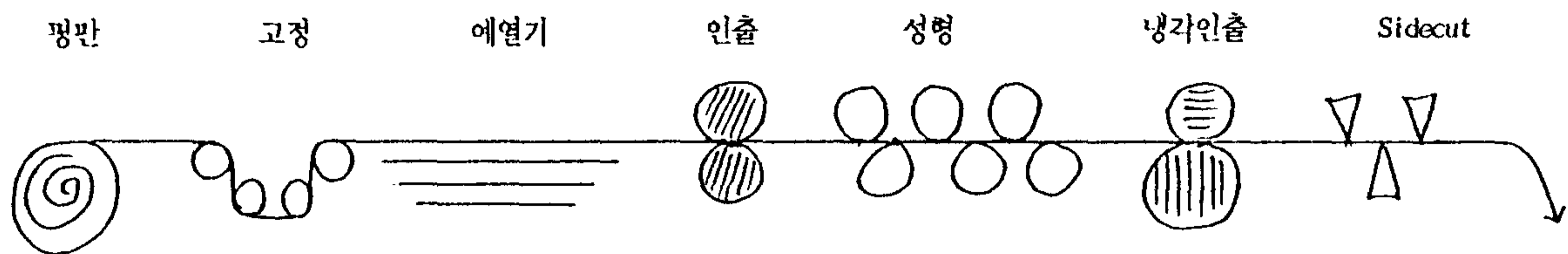
- * 현장 상황과의 준비미비 및 책정된 예산의 지급부족으로 계획대로 진행되는데 차질이 생긴상태.
- * 시범하우스 설치 부지 및 관리인력까지 확보해 놓은 상태.
<상명여대 원예학과 천안캠퍼스 농장>

5. 주요연구개발 사업내용 및 중간결과

가. 성형 형태에 관한 연구

일반적으로 pvc/FRP등 압출기계의 성격상 대량생산 전용기 형식인 경우, 압출 후 냉각 전에 직접 성형작업 하는 In-Line System이 유리하나 PC의 경우 압기의 금액이 고가이므로 상기와 같이 전용기 생산방식은 상당한 자금이 소요되므로 압출기에서 1차 생산된 후, 별도 금형을 이용한 2차 성형가공방식이 가장 적합한 생산방식임.

성형가공기의 생산방식



PC의 기본 규격

두께 ; 0.7mm -- 1.2mm (현재 농업용으로 많이 쓰는 두께)

폭 ; 1,260mm 이하 일반적인 클조간격에 준해서 제작.

길이 ; 5,000mm에서 8,000mm 운반용이성 고려.

PC(폴리카보네이트)의 경우, 고열성형제품이므로 성형공정상 어려움이 있어 PC압출 전문회사인 (주)영신포리카보네이트와의 기술협조 하에 진행하였음.

별지 1> 최초 계획한 PC-Sheet의 형태 및 시공형태.

별지 2> 폴리카보네이트 소재의 내한 내열성 및 내화학적성.

별지 3> 연구진행과정중 검토한 성형타입.

별지 4> 성형기계형태 및 샘플생산한 PC-Sheet.

나, 결로방지(Antifog-Agent) 표면처리 효과에 관한 연구.

① 결로방지제(Antifog-Agent)의 성격

대부분의 플라스틱은 그 구조상 거의 소수성(疎水性)이므로 수증기가 밀폐된 공간에서 과포화되면 시트의 표면장력이 물방울의 표면장력보다 작아 큰물방울로 형성되어 투명제품은 뿌옇게되어 빛의 투과율이 저하된다. 이에 필름표면의 표면장력을 높이기위해 유지방산(乳脂肪酸)에서 추출정제한 계면활성제를 처리하여 주어 플라스틱필름에 물방울이 생기면서 더이상 키치지 않고, 필름 표면을 타고 흘러내리도록 한다.

② 결로방지제의 분류

- 음이온성 계면활성제(주로 세제류에 많이 사용)

Sulfonic acids and salts

Carboxylic acids and salts

Sulfuric acid esters and salts

Others

- 양이온성 계면활성제

Amines

Quaternary ammonium salts

Others

- 미이온성 계면활성제(대부분 결로방지제가 이계통임)

Ethers

Carboxylic acid amids

Carboxylic acid esters

Others

③ PC-Sheet-용 결로방지제(Antifog-Agent)의 선택시 적용기준

- 가공단계에서 Antifog-Agent가 고분자 내부로 도입되어야 할 것.

- Sheet의 광학성, 내후성, 기계적 성질을 손상시키지 않을 것.

- PC의 수명에 준하는 기간동안 결로방지 효과를 유지할 것.

- 수지의 열화를 초래하지 않고 Antifog-Agent 자신이 분해를 일으키지 유효

성분이 감소하지 않을 것.

④ PC-Sheet 결로방지제 처리 방법.

- 코팅하여 UV光으로 경화시키는 처리

필름표면에 코로나방진 처리를 하여 라디칼 또는 관능기를 생성시키고 그 위에 유기용매와 혼합된 친수성단량체(Antifog-Agent)를 코팅하여, 코팅물질과 PC라디칼의 화학적 그래프트 반응을 유도하기 위해 UV광을 조사하여 장기적으로 결로방지 효과를 유지하도록 하는 처리.

<장점> ㄱ, 결로방지 효과가 장기간 지속된다.

ㄴ, 민거운 현장작업이 줄어든다.

<단점> ㄱ, 초기투자 비용이 과다하게 소요된다.(제품가 30%이상 상승)

ㄴ, 설치작업 시, 골조와의 접촉부분에 상처가 생겨 결로가 생긴다.

- 하우스 설치후 Antifog-Agent 스프레이하는 처리.

특수계면활성제 성분과 수용성 집착수지를 혼합하여 고압동력분무기로 Sheet표면에 스프레이하는 처리방식.

<장점> ㄱ, 비용이 적게 든다.

ㄴ, 설치 이후에 스프레이 하므로 결로방지효과가 뛰어나다.

<단점> ㄱ, 스프레이 숙련도에 따라 효과가 좌지우지되는 위험성.

ㄴ, 작업환경(기온, 풍속, 습도)에 따라 효과가 차이가 있음.

ㄷ, Sheet표면 부착부분이 물방울이 흘러내리면서 결로방지제가 쉽게 유실되어 효과가 장기간 지속되기 어렵다.

본 연구는 상기 두가지 방법을 병행하여 실험하고 있음.

⑤ PC-Sheet 적용가능한 무직제 성분.

* Colloidal Silica

* Polyethylene Oxide adduct of lauryl alcohol

* Methanol-1

* 2-Hydroxyethyl Acrylate

* Acrylic Acid

- * Azobisisobutyronitrile(catalyst)
- * Methanol -2

별지 5> 결로방지효과 실험실 테스트.

다. 시공편리성에 관한 사례연구.

① 골조와 피복자재의 연결

- 문제점 ; * 열팽창,수축률에 의한 Screw작업부위 에서의 오류 - 뒤틀림,누수
* 측면 부위 크로우지연결에서의 내구성 부족 - 일손실
* 곡부환기부위, 물받이 부위에서의 연결부실 - 들뜸,누수,열손실

문제해결을 위한 시공편리성 사례수집 (1)

<별지 6>* 프랑스 BN 社의 PVC-Sheet시공사례.

- 밀폐성 강화를 위한 h자 고정틀이 특기사항.

<별지 7>* 일본 와타나베 社의 파이프하우스PC온실 시공사례

- 스테인레스 와이어를 이용한 파이프하우스 고정방식 주목.

6. 기대성과

가.경제적 측면의 기대성과.

- ①최초투입 비용(노무비포함) PE필름 피복에 비해 4.4배 고가(高價)이지만.
- ②피복교체비용 포함 1년 피복관련투자비 비교 PE필름피복 비용의 46%수준.

(PC경질판의 수명을 10년으로 설정, 년 54%의 경비절감효과)

〈표〉 피복재 비용의 경제성 분석

(단위 : 천원)

피복비용	PE필름 피복하우스(1-2W형)			PC판-망사 혼입필름 피복하우스		
	재료비	노무비	계	재료비	노무비	계
최초투입 비용	1,235 (100)	1,490 (100)	2,725 (100)	9,638 (780)	2,328 (156)	11,966 (439)
피복 비용 (1년)	1,235 (100)	1,490 (100)	2,725 (100)	1,016 (82)	246 (16.5)	1,062 (46.2)

* 파이프하우스 1-2W형 305.5평 기준

- ③현재 유리온실 시설비는 3 -4년전에 비해 월등히 낮아져 평당 450천원 이하로 형성되어 있으나 자동화비닐하우스에 비하면 아직도 그 차이는 엄청나다고 할 수있어 일반농가에서는 엄두도 내지 못하는 상황임.
- ④시설원예의 유형이 고정식,자동화,성력화하우스로 발전하고 있는 이때, 유리온실과 비닐하우스의 중간단계로 설정되어있는 경질판 온실의 활용가치를 높이기 위해 기존의 파이프 골조를 이용한 PC하우스의 개발필요성이 있음.

나. 악성노동으로 부터의 해방.

- ①자동화인동하우스는 그 규모에서 이미 농가에서 품앗이로 필름을 교체할 수 있는 수준을 뛰어넘는 고단위 노동이므로 농촌노동력의 고령화로 인해 매년 필름을 교체한다는 것은 거의 불가능한 일이고, 한다고 하더라도 상당한 비용이 수반되는 작업임.
- ②필름교체비용(11,000백만/년;1-2W형 3인동 교체인건비 기준)절감효과.

필름교체 노무비 ; 4,200원/평 (94년 서울 경기 평균노임)

874ha × 3,000평 = 2,622,000평

2,622,000평 × 4,200원/평 = 11,012,400,000원

<표> 연질필름과 PC경질판 피복시 시설비용 비교

(단위 : 천원)

구분	PE필름 피복하우스 (1-2#형)			PC판-망사혼입필름 피복하우스(10년)		
	재료비	노무비	계	재료비	노무비	계
철골공사	11,154	7,272	18,426 (58.2)	11,154	7,272	18,426 (32.0)
피복공사	1,235 (6.2)	1,490 (12.8)	2,725 (8.6)	9,638 (28.4)	2,328 (16.5)	11,966 (24.9)
개폐장치	2,730	1,377	4,107 (13.0)	8,210	3,000	11,210 (19.5)
커튼장치	3,735	1,311	5,046 (16.0)	3,735	1,311	5,046 (8.8)
환기장치	1,170	163	1,333 (4.3)	1,170	163	1,333 (2.3)
계	20,024 (100)	11,613 (100)	31,637 (100)	33,907 (100)	14,074 (100)	47,981 (100)
평당단가 (원/평)	103,558원 (100)			157,057원 (152)		
이자율 (10%적용)			12,180 (17,384)			(25,669)
피복 교체비용	5,874	7,740	13,614 (20,421)			
총 비용			57,431 (69,442)			(89,309)
평당단가 (원/평)	187,990(227,306) (100)			(272,035) (120)		

- * - 내구연한 PC: 10년 적용
- 이자율, 피복교체비용, 총비용 : PC(10년)으로 분석함
- PC경질판 5,100원/m² 망사필름 910원/m² PE필름 100원/m²
- 평당 157,000원대의 시공가능(연질필름하우스 대비 152%)
- 10년 사용 가정 연질필름하우스 대비 120%
- (향후 10년 피복교체 인건비상승폭을 고려치 않은 것임)

7. 연구 개발사업 성과에 대한 실용화 방안

가, 자동화하우스 단지에 시범하우스 건설.

- 일차적으로 대학및 연구기관에 시공하여 밀폐성,시공성,열보존성을 점검하여 상세한 데이터 수집 후, 각 단지에 시범하우스 건설.
- 1-2W형의 피복재 교체시기에 있는 농가 중 일부 선정하여 보급.

나, 자가 시공이 가능할 정도의 부속개발.

- 온실시공업체와의 공동연구로 본 피복자재에 적합한 조립 부속자재의 개발을 진행하여 궁극적으로 농가에서 경질온실의 피복을 가능토록 할 수 있도록 유도.

다, 정부지원 정책사업으로의 보급 건의.

- 자동화비닐하우스보다는 초기투자가 많이 되므로 자가부담의 액수가 과다하여 정책자금 지원의 범주에 포함시켜, 시설채소생산유통지원사업에서 시설유형을 보다 세분화하여 시설원예사업의 경쟁력을 강화시키도록 함

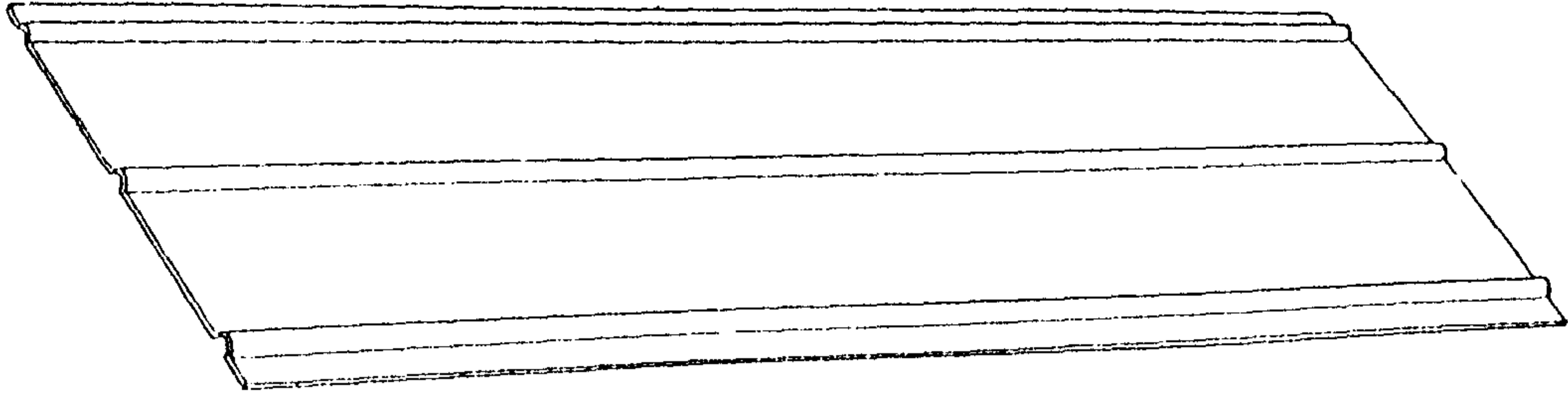
라, 경질판온실자재의 국산화, 표준화.

- 유리온실과 비닐하우스의 중간단계로서의 경질판온실은 타국에서도 경질플라스틱의 특성을 감안하여 다양한 형태로 시도되고 있는 바, 그것의 무분별한 부입에 의해 국내 경질판온실(PC, FRP, ETFE, 경질PVC)의 사양도 복잡해지는 경향을 지금부터 드러내고 있으므로, 국내제조 경질판 온실의 사양을 확정 그에 걸맞는 시공자재를 표준화하여 저가의 경질플라스틱온실의 보급을 촉진할 수 있다.

<별지 1 >

최초 계획한 PC-Sheet의 형태

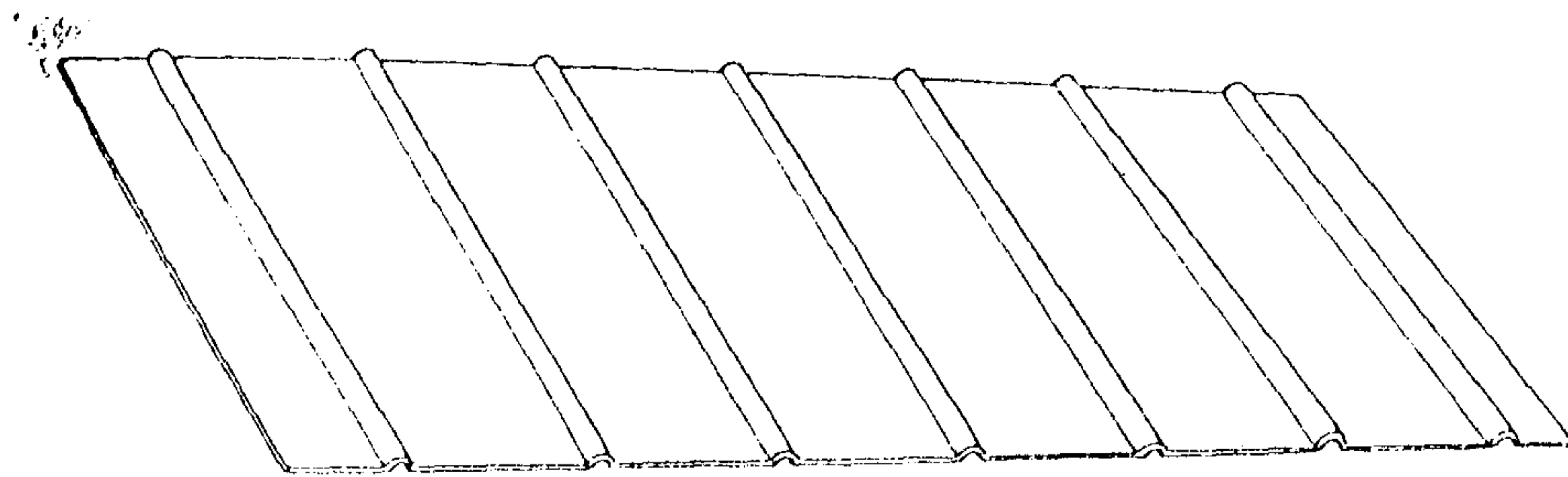
Type 1 > 원형골 직골



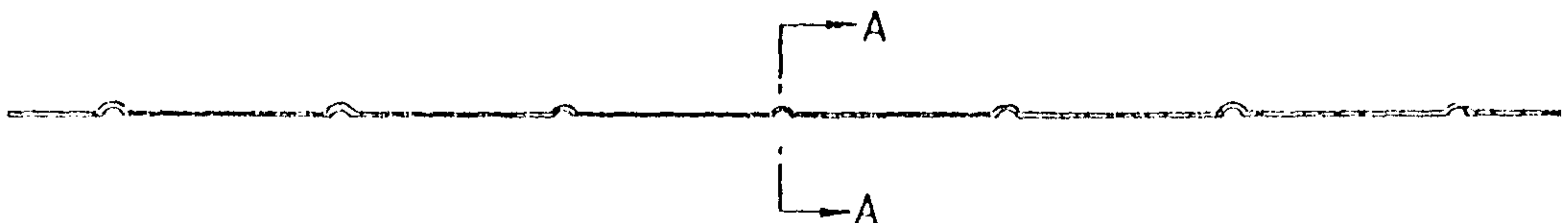
좌 측 면 도 (우 측 면은 동일)



Type 2 > 원형골 앞골



정 면 도 (배면은 동일)



폴리카보네이트 소재의 내한성, 내열성

DIN-Abbrev.	Chemical Designation	Tolerated Temperature Range in Normal Use	
		From	To
ABS	Acrylobutadiene-styrene copolymer	- 40 °C	+ 85 (100) °C
HDPE	High-density polyethylene	- 50 °C	+ 80 (120) °C
LDPE	Low-density polyethylene	- 50 °C	+ 75 (90) °C
MF	Melamine		+ 80 (120) °C
PA	Polyamide (PA6)	- 30 °C	+ 80 (140) °C
PC	Polycarbonate	-100 °C	+135 (140) °C
PE	Polyethylene (cf. HDPE/LDPE)	- 40 °C	+ 80 (90) °C
PMP (TPX)	Polymethylpentene	0 °C	+120 (180) °C
PMMA	Polymethylmethacrylate	- 40 °C	+ 85 (90) °C
POM	Polyoxymethylene	- 40 °C	+ 90 (110) °C
PP	Polypropylene	- 10 °C	+110 (140) °C
PS	Polystyrene	- 10 °C	+ 70 (80) °C
SAN	Styrene-acrylonitrile	- 20 °C	+ 85 (95) °C
SI	Silicone rubber	- 50 °C	+180 (250) °C
PVDF	Polyvinylidene fluoride	- 40 °C	+105 (150) °C
PTFE	Polytetrafluoroethylene	-200 °C	+260 °C
E-CTFE	Ethylene-chlorotrifluoroethylene	- 76 °C	+150 (170) °C
ETFE	Ethylene-tetrafluoroethylene	-100 °C	+150 (180) °C
PFA	Perfluoroalkoxy	-200 °C	+260 °C
FEP	Tetrafluoroethylene-perfluoropropylene	-200 °C	+205 °C
PVC	Polyvinylchloride	- 20 °C	+ 80 °C

폴리카보네이트 소재의 내화학성

Substance Group, at +20 °C	PTFE								
	LDPE	HDPE	PP	PMP	FEP PFA	ECTFE ETFE	PC	PA	
Alcohols, aliphatic	+	+	+	+	+	+	Ⓜ	-	
Aldehydes	⊕	⊕	⊕	⊕	+	+	*	*	
Alkalis	+	+	+	+	+	+	-	*	
Esters	⊕	⊕	⊕	⊕	+	+	-	+	
Hydrocarbons, aliphatic	*	⊕	⊕	*	+	+	*	+	
Hydrocarbons, aromatic	*	⊕	*	*	+	+	-	+	
Hydrocarbons, halogenated	-	*	*	-	+	+	-	⊕	
Ketones	⊕	⊕	⊕	*	+	⊕	-	+	
Oxidants (oxidizing acids), strong	*	*	*	*	+	*	-	-	
Acids, dilute, weak	+	+	+	+	+	+	+	*	
Acids, conc., strong	+	+	+	+	+	⊕	-	-	

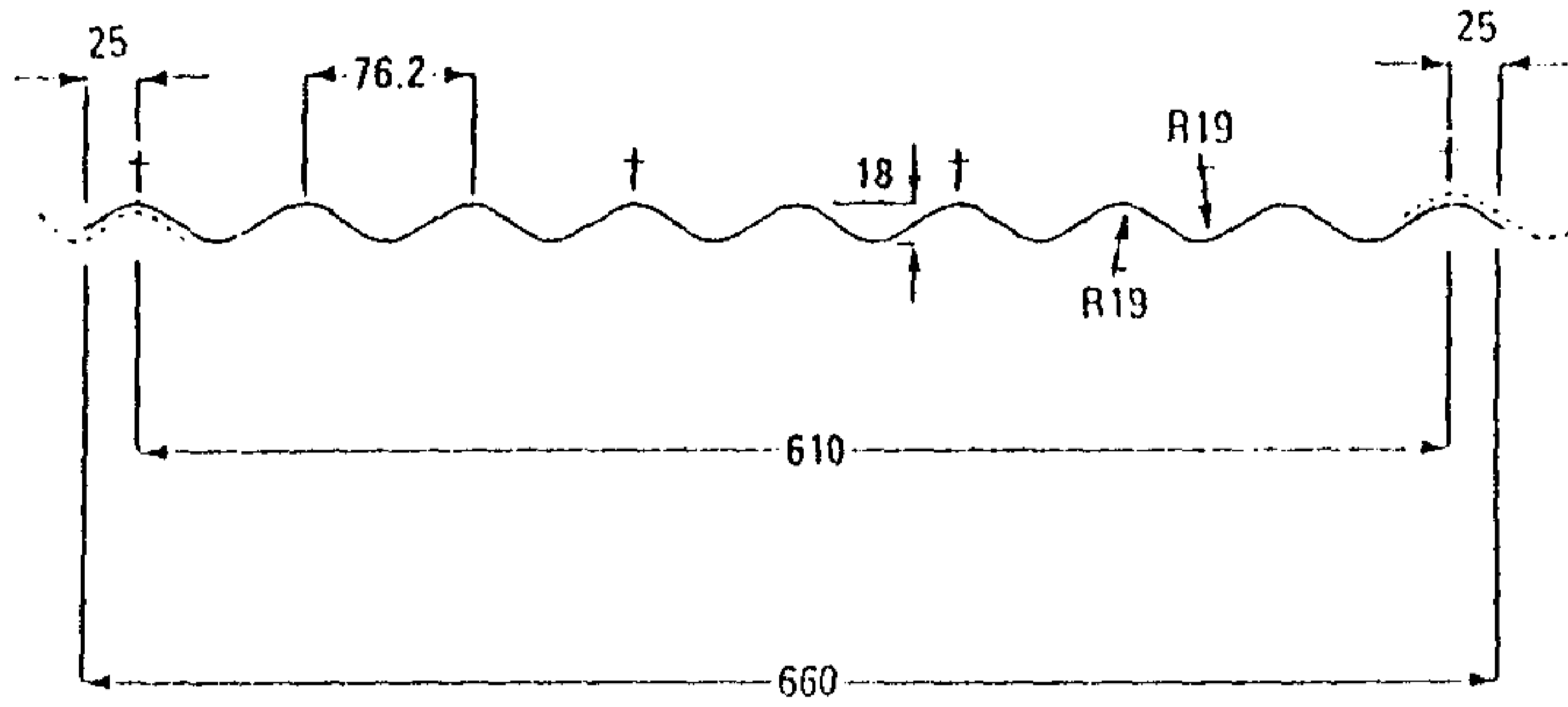
<별자 3-1 >

연구진행과정 중 검토한 성형타입

8/3 Iron, Aluminium

Profile No. 031

Type 1 >

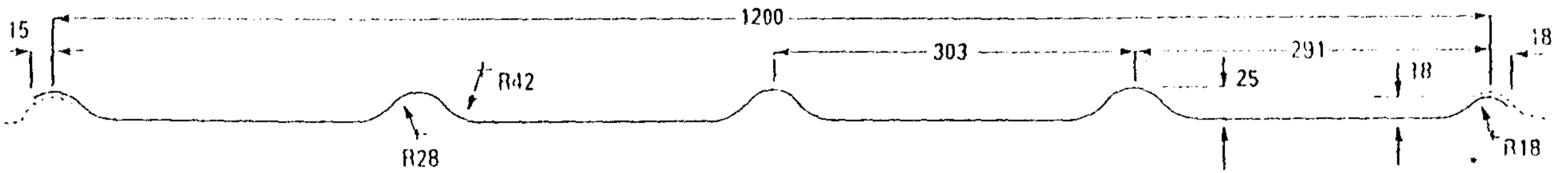


T.A.C. Construction Materials Ltd.

Double Six Metric Lining Panel
Double Six Metric Tacliner

Profile No. 025

Type 2 >

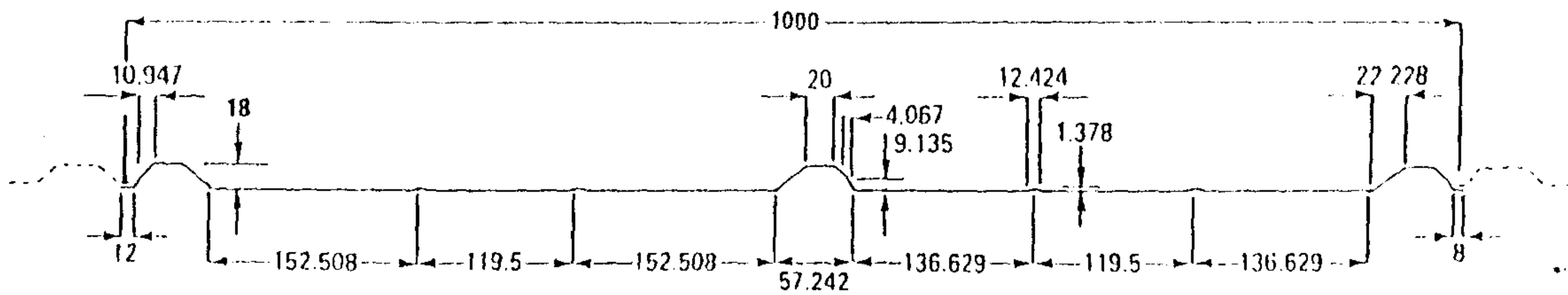


Ash & Lacy Steel Ltd.

LP1000

Profile No. 3-18

Type 3 >



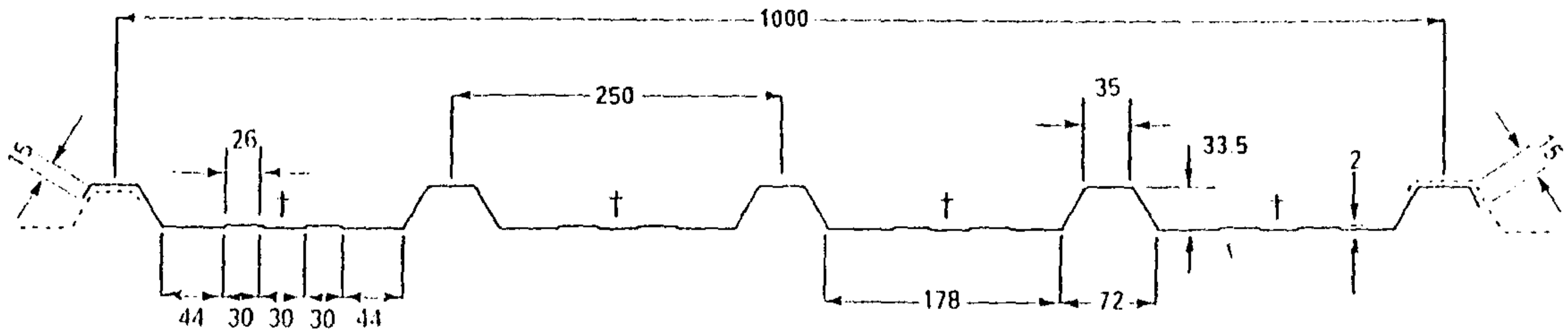
<면지 3-2 >

T.A.C. Metal Forming Ltd.

Metaclad R34

Profile No. 180

Type 4 >

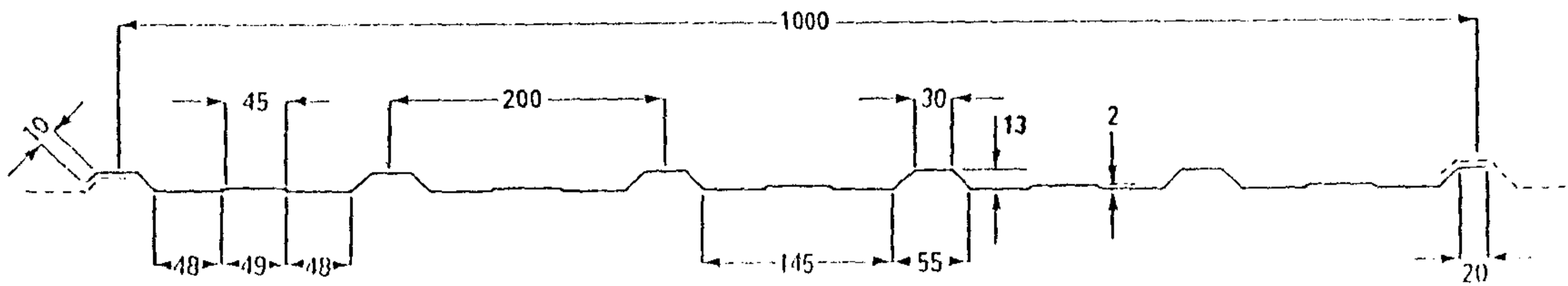


Type 5 >

Gavle (U.K.) Ltd.

TR13/200 Lining Panel

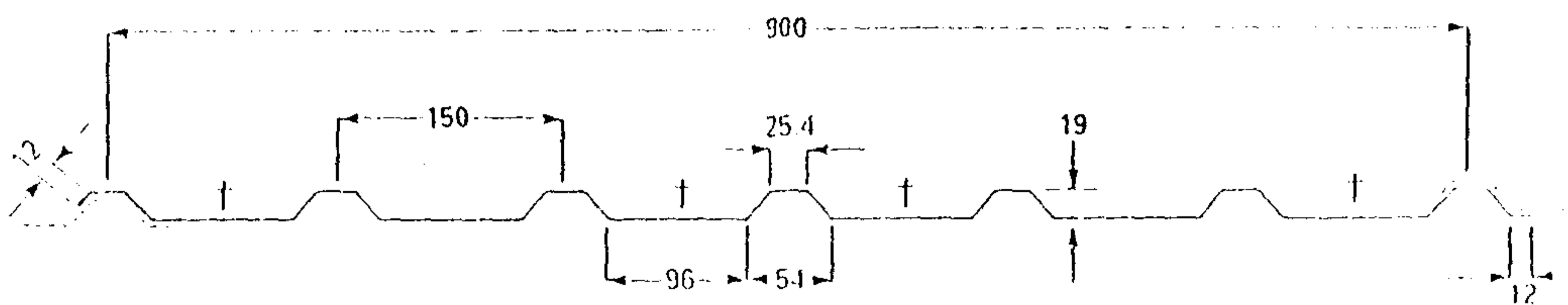
Profile No. 387



Type 6 >

L6

Profile No. 112



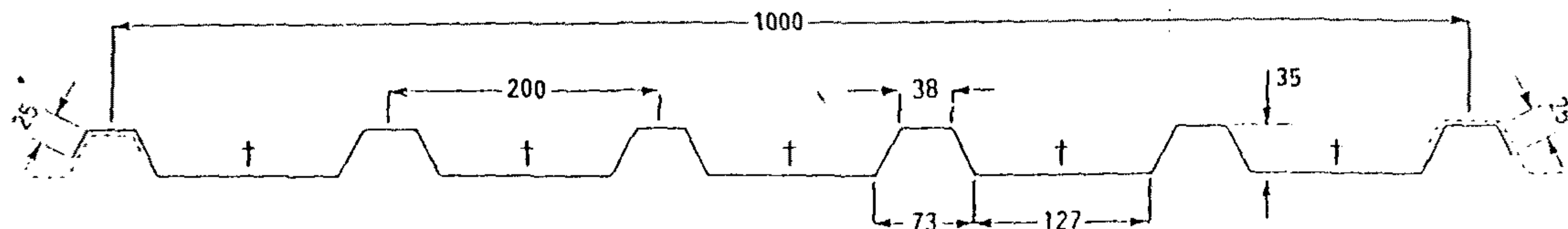
< 밑지 3-3 >

British Steel Corporation

Long Rib 1000R

Profile No. 061

Type 7>

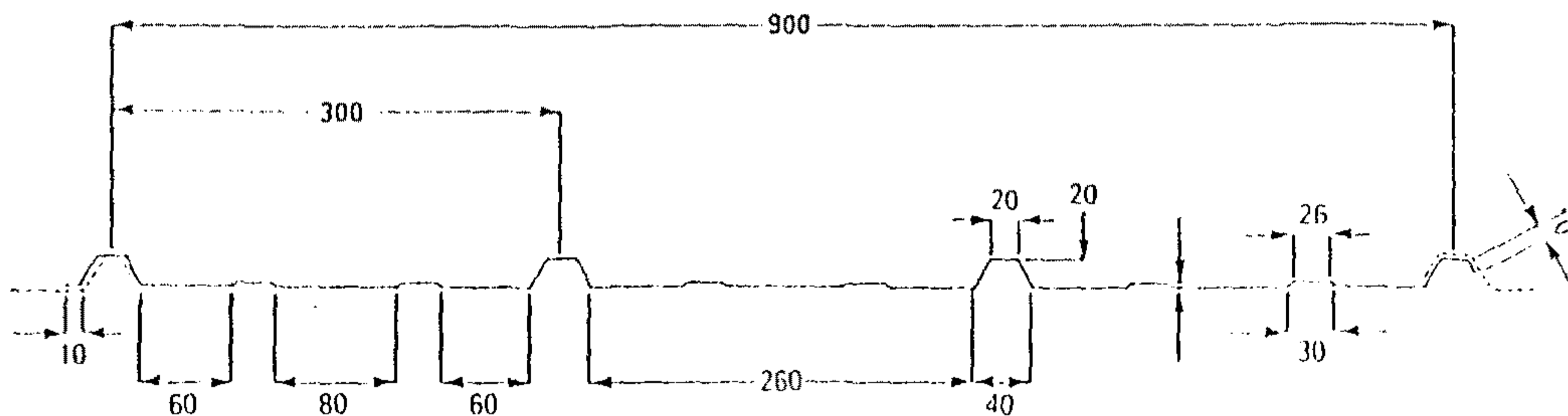


Type 8>

Kingspan Ltd.

Kingspan 20mm Lining Panel
300mm pitch

Profile No. 324

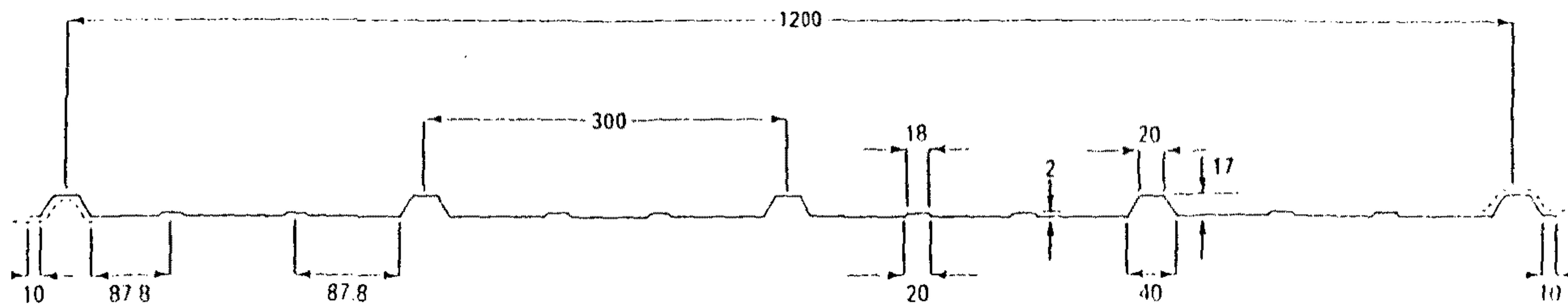


Type 9 >

T.A.C. Metal Forming Ltd.

Tac tray 1200 Type 1

Profile No. 339



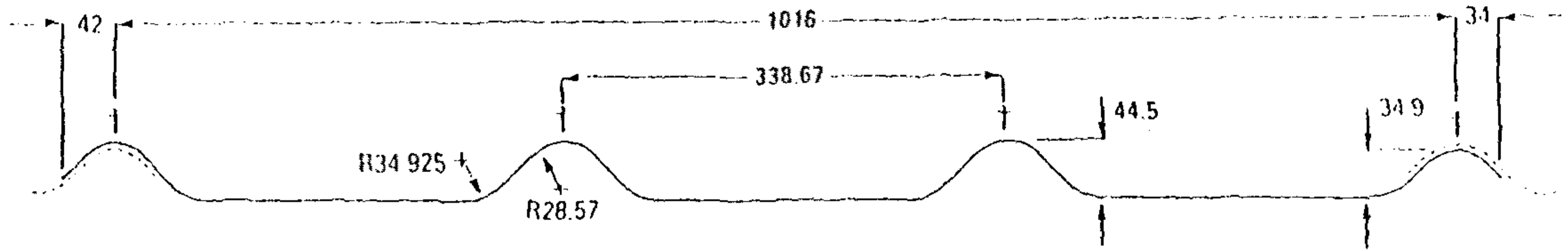
<별자 3-4 >

Type 10>

Cape Universal & Asbestos
Manufacturing Co. Ltd.

Canada Tile

Profile No. 008

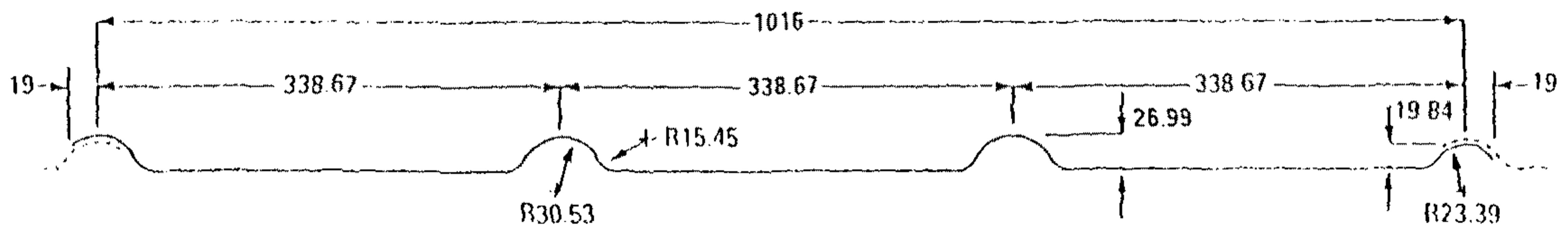


Type 11>

Cape Universal & Asbestos
Manufacturing Co. Ltd.

Canada Tile Lining Panel

Profile No. 022

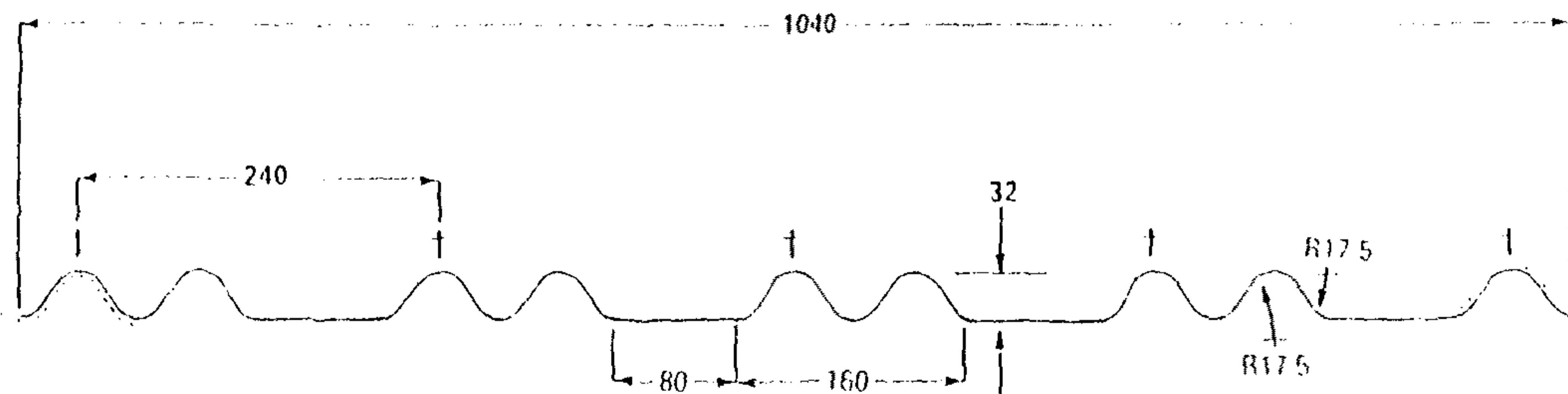


Type 12>

Onduline s.a.

Onduline 235

Profile No. 264



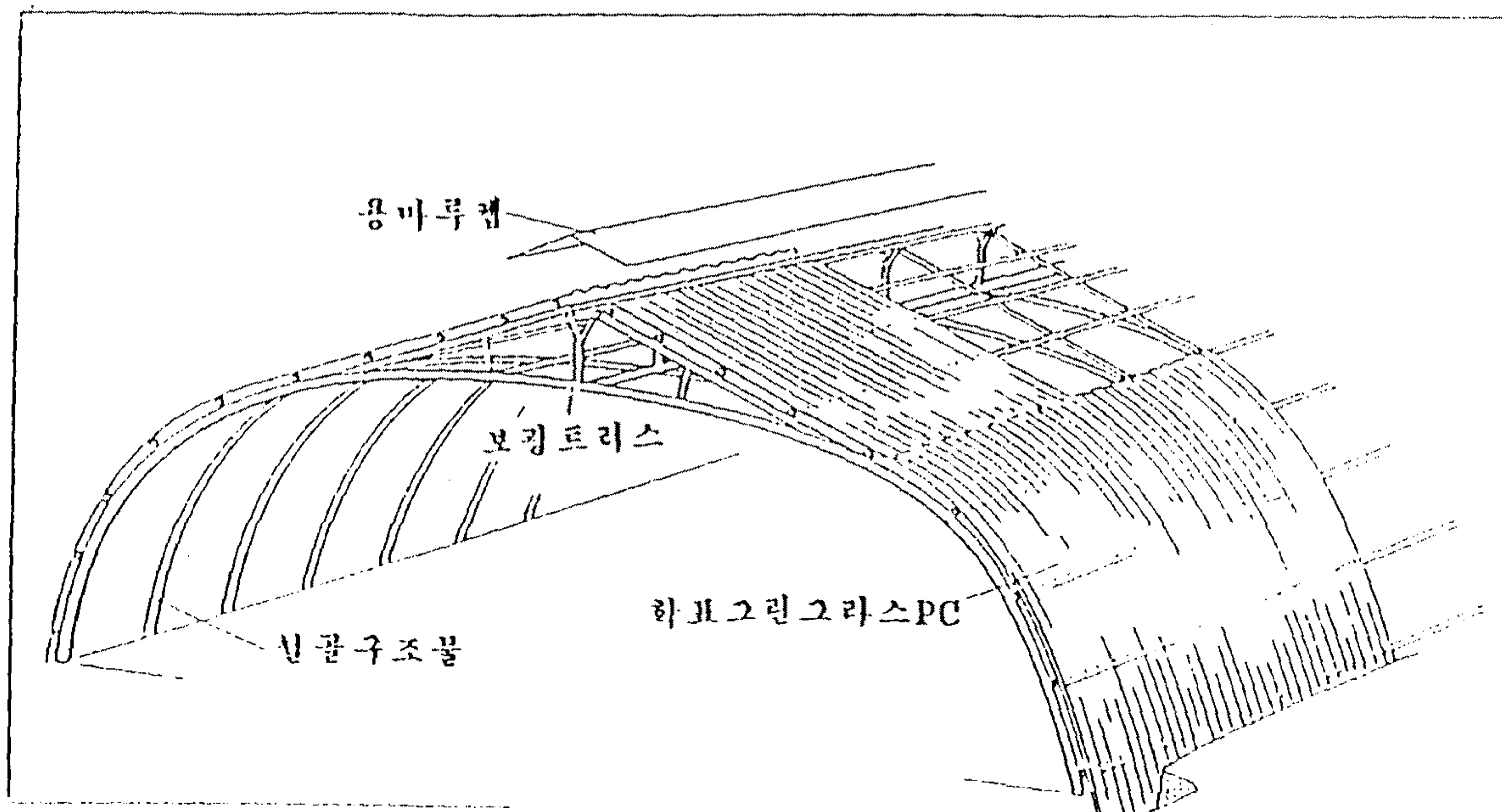
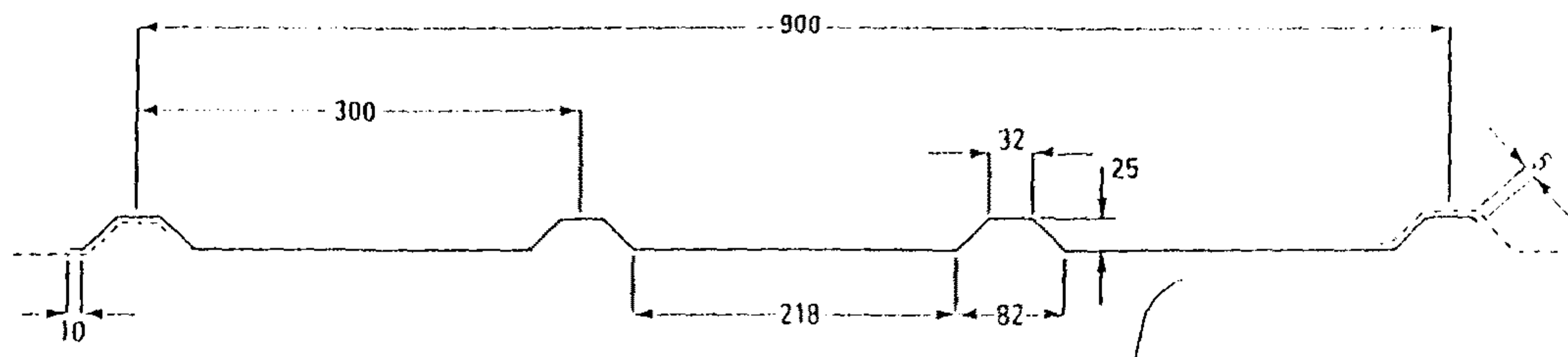
<별지 3-5 >

Type 13>

Butler Buildings Ltd.

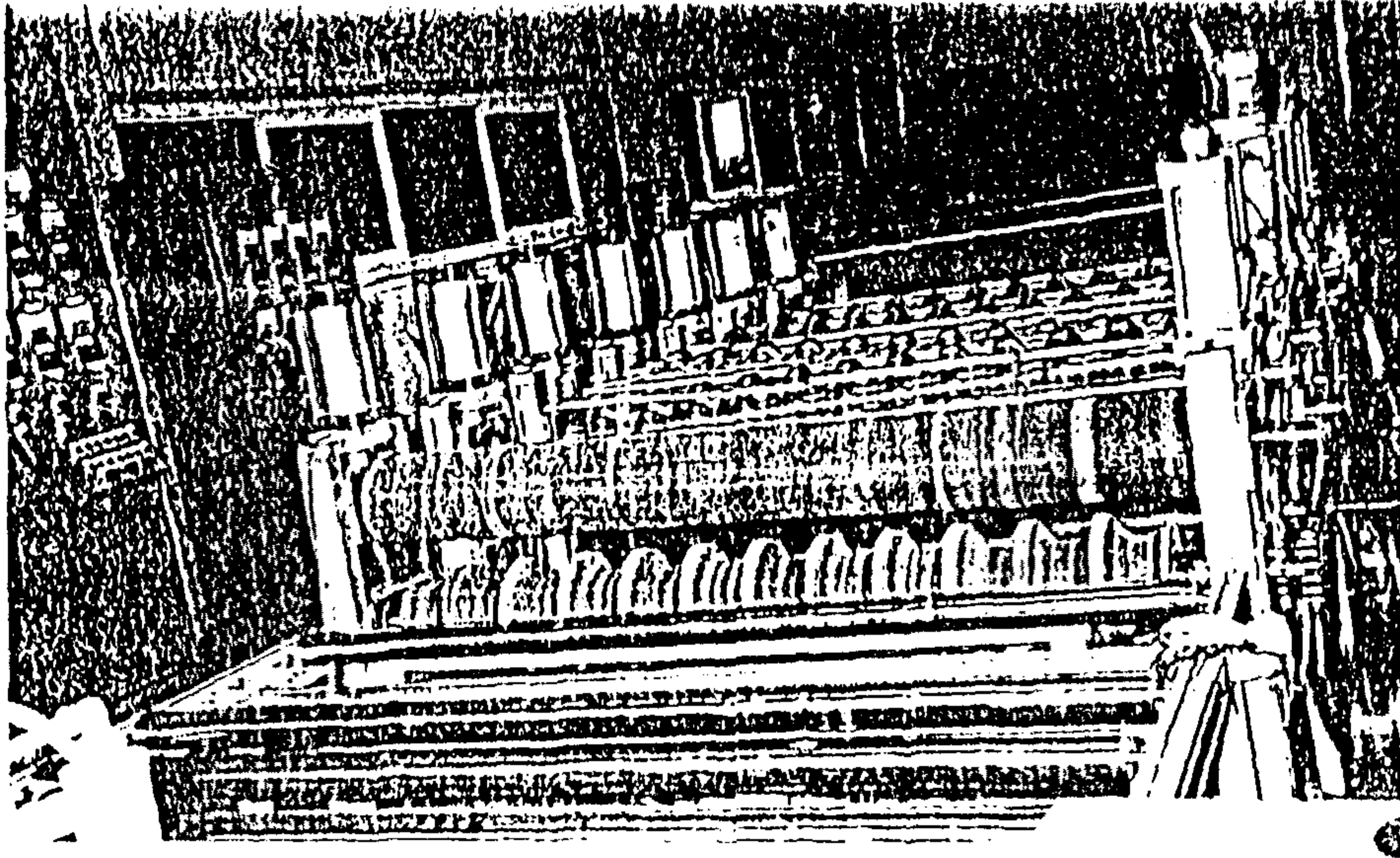
Butler Lining Panel

Profile No. 356



파이프하우스용 PC(폴리카보네이트)판 시공 예상도.

Type 1 > 직갈성형기



(주)영신폴리카보네이트 소재

←성형로울러를 교체하면
3가지 Type의 PC원
성형기공 가능

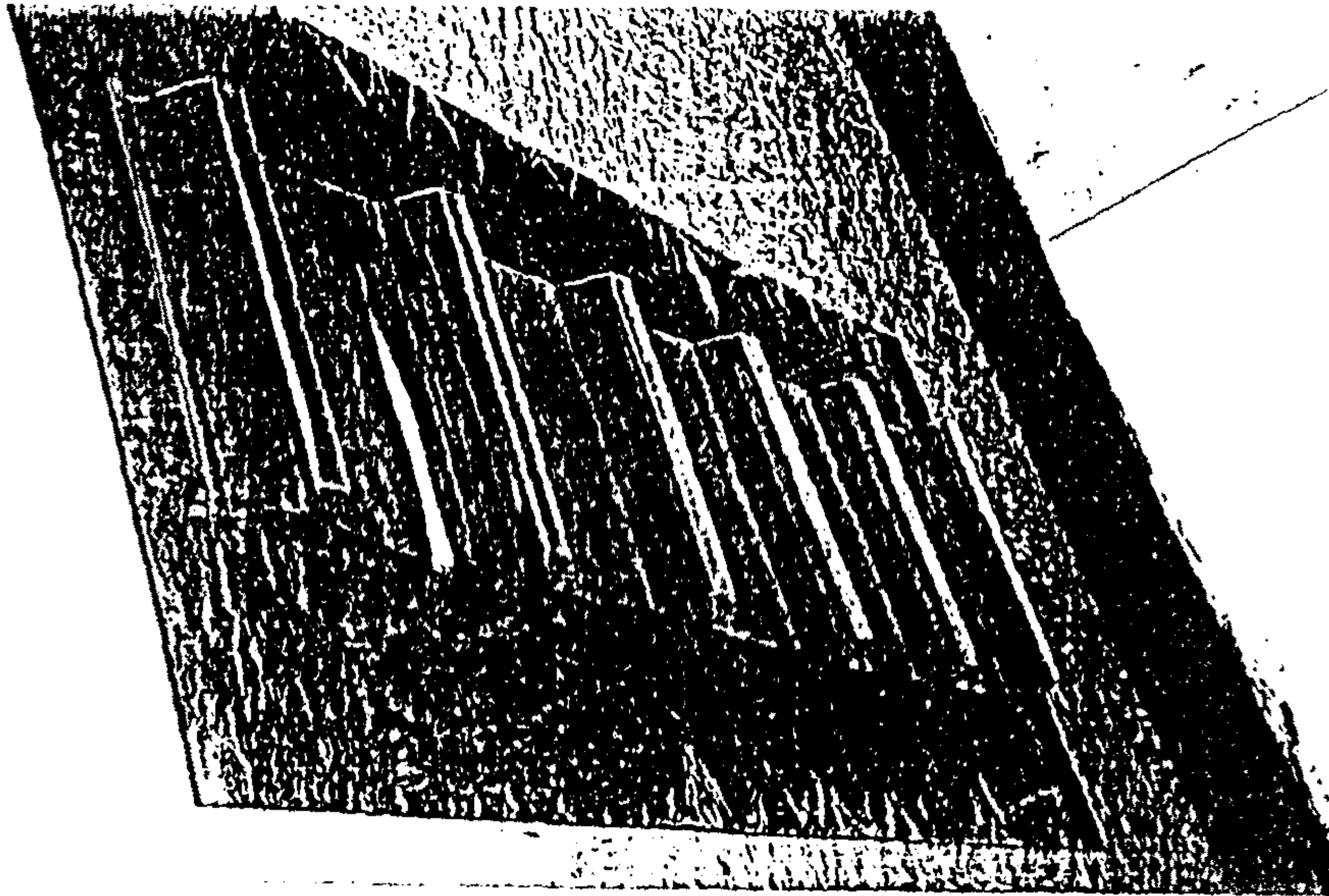
Type 2 > 앞판 성형기



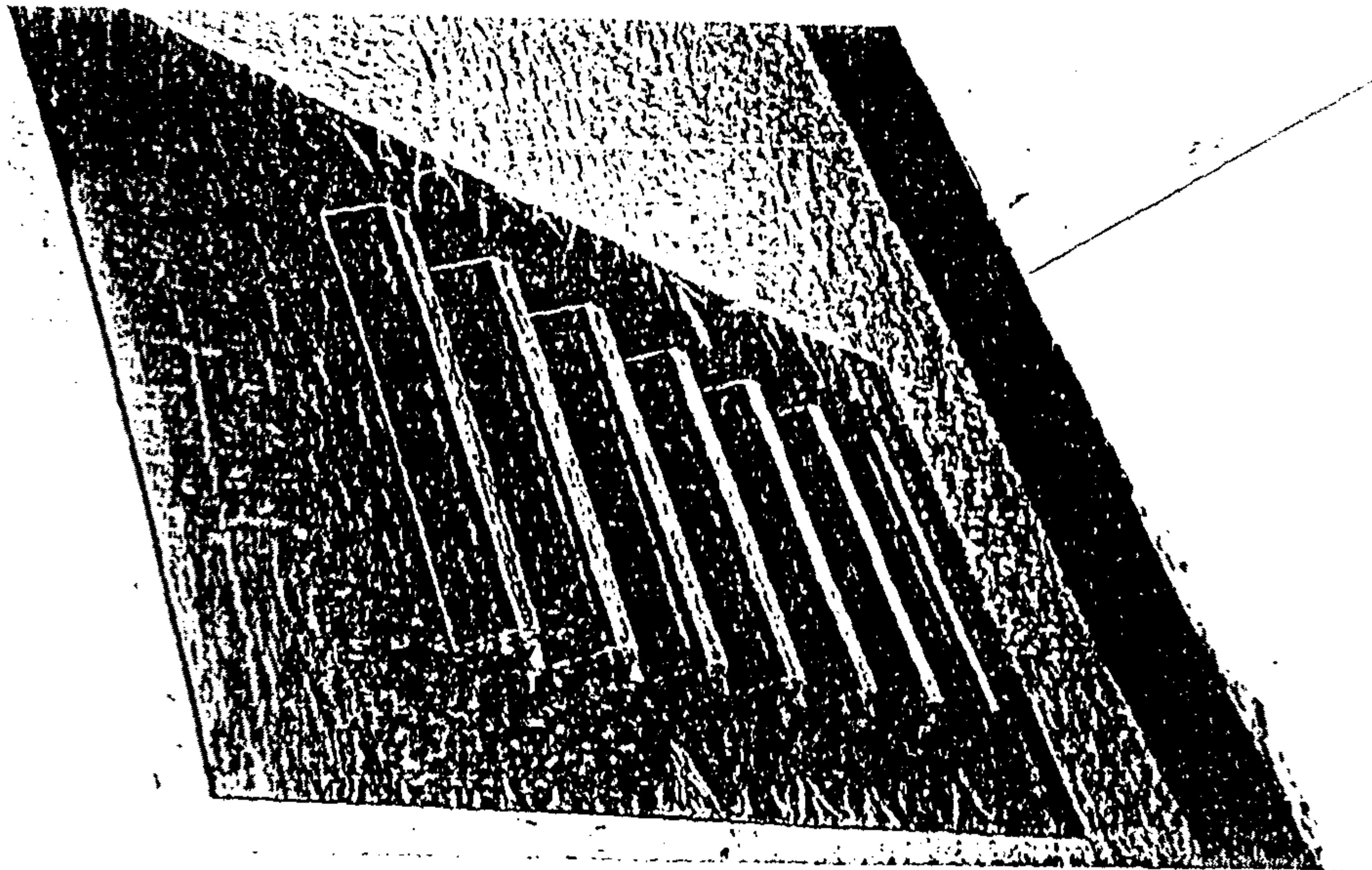
←성형미의 길이를 조정하면
원길이를 조절할 수 있음

샘플생산한 PC-sheet(직골타입)

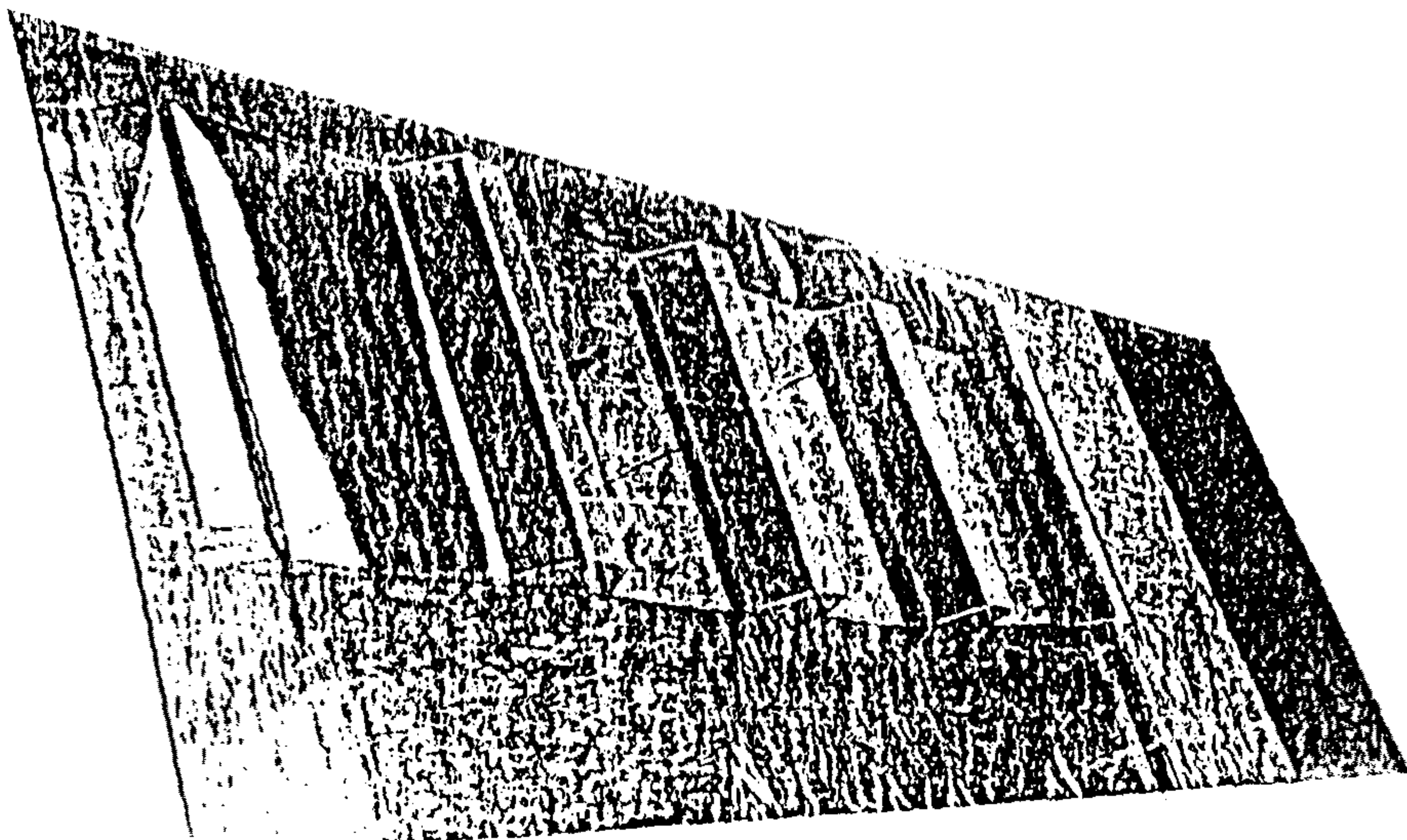
<페이지 4-2 >



Type 1 >



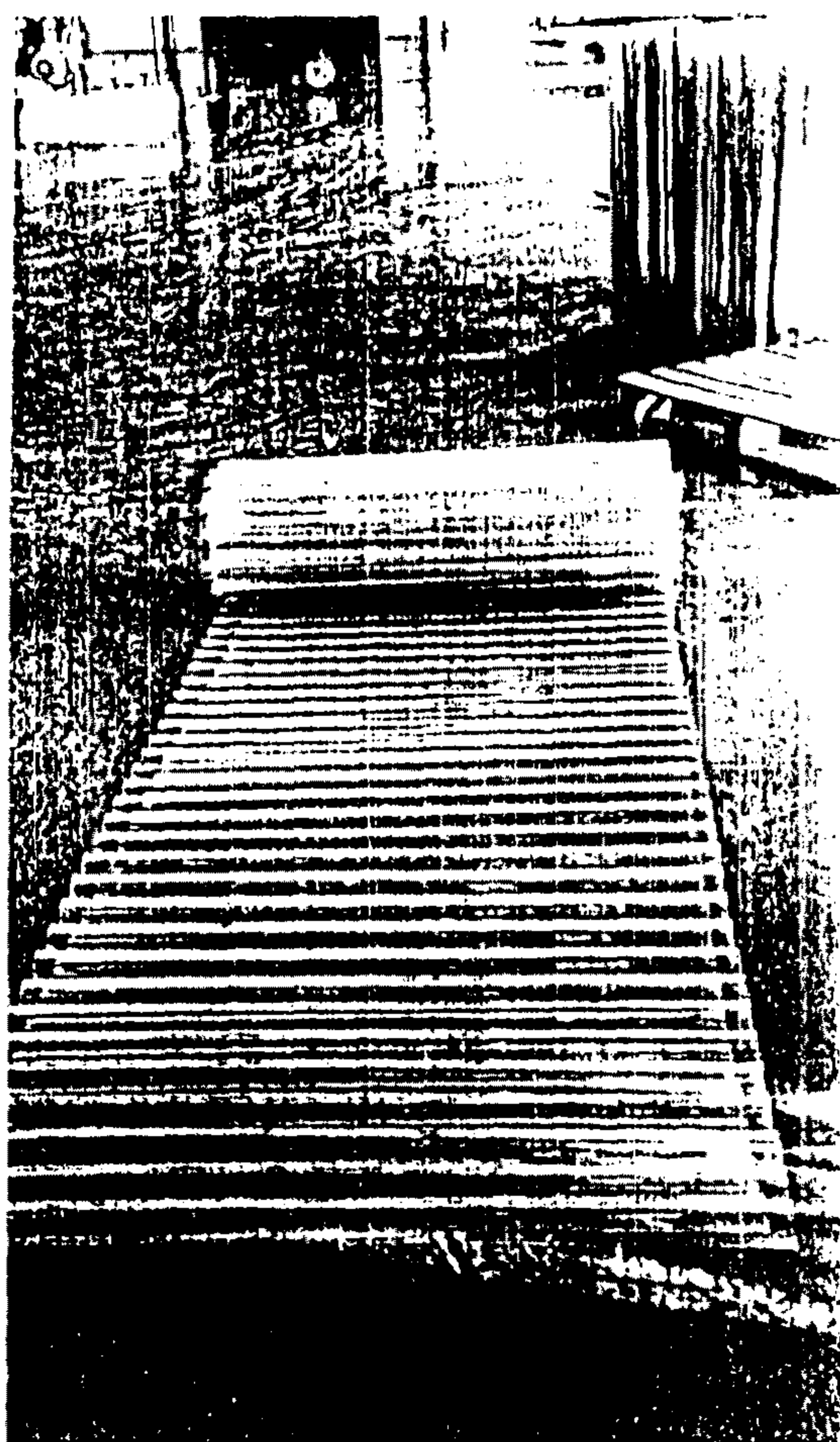
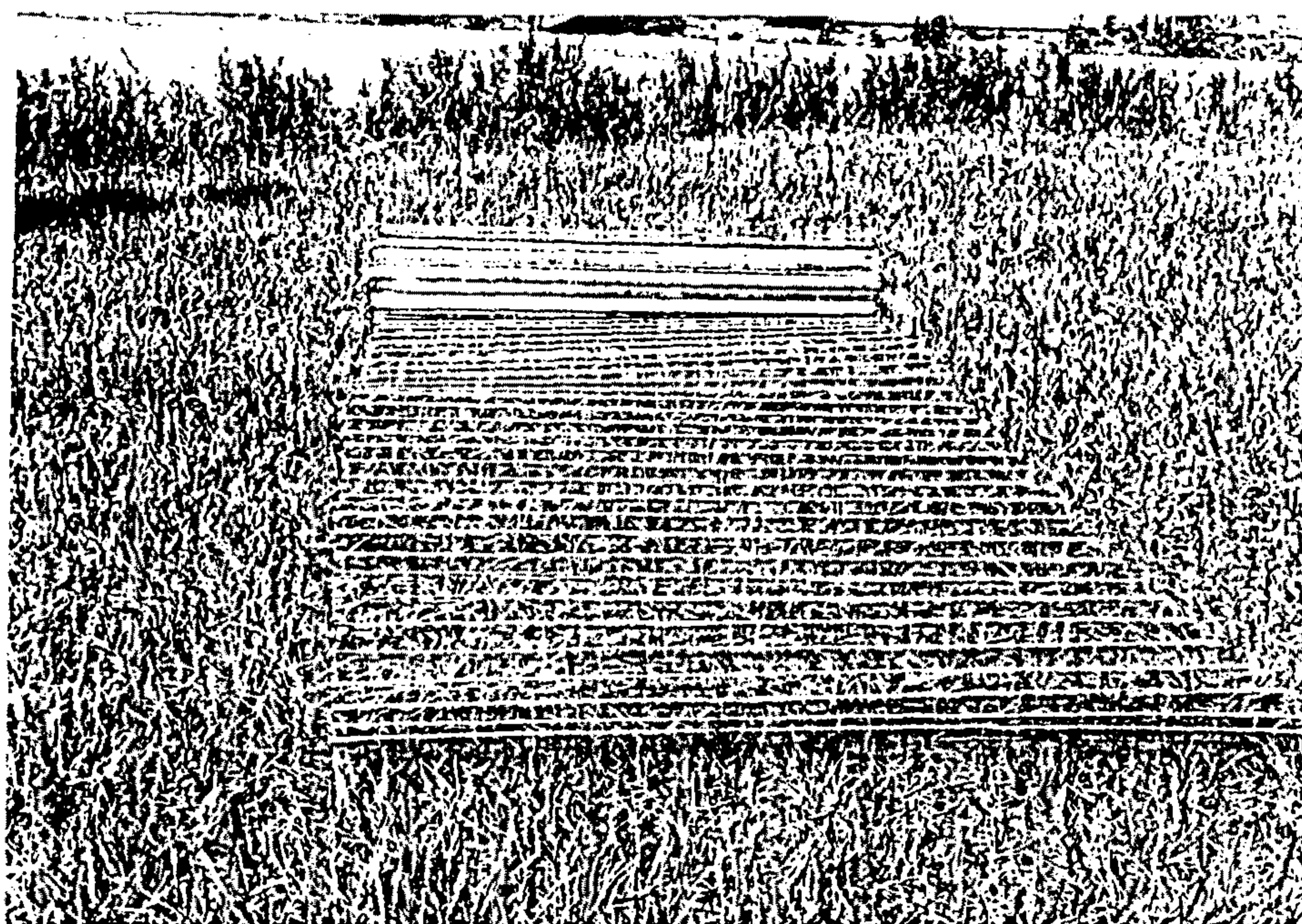
Type 2 >



Type 3 >

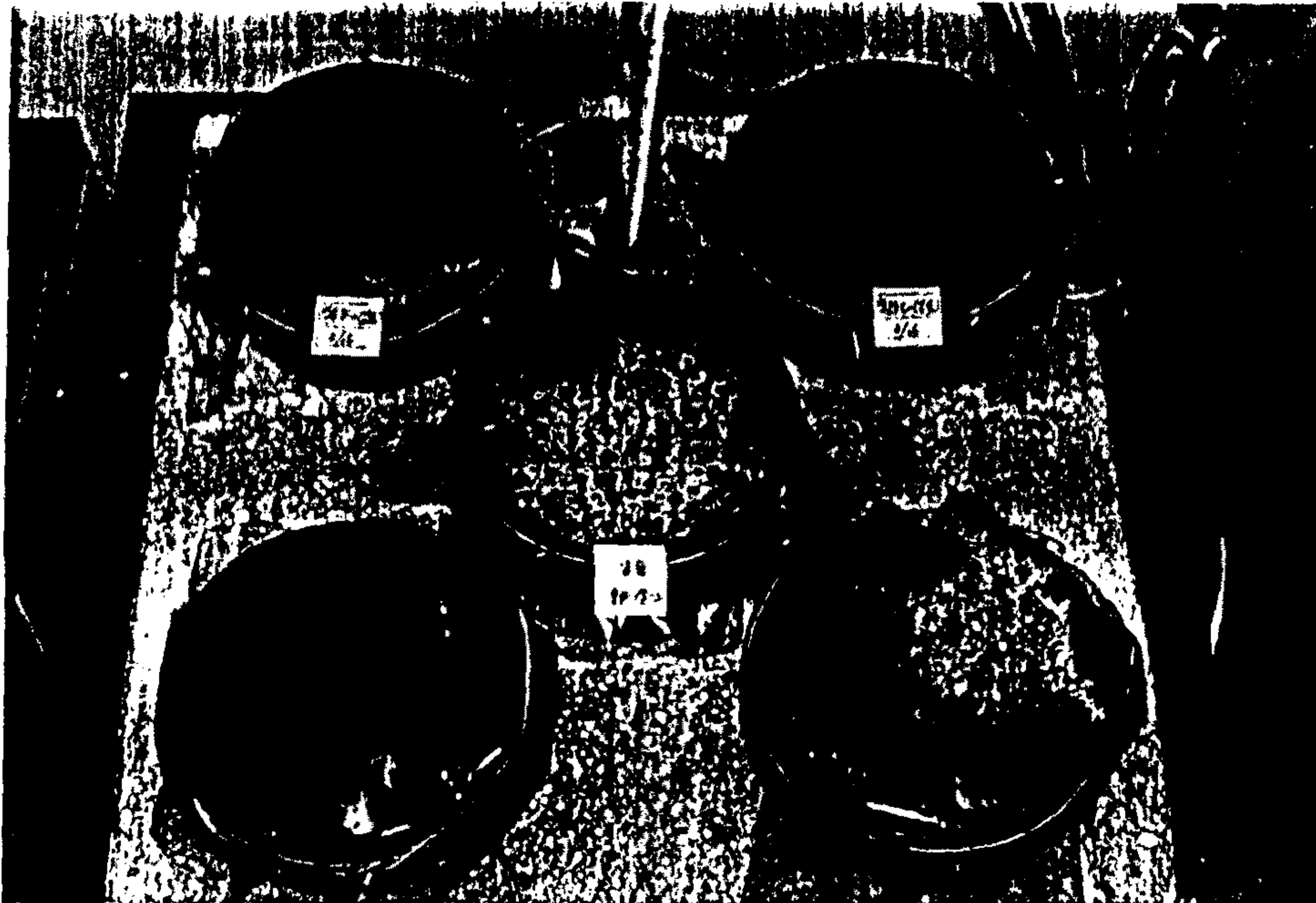
<별지 4-3 >

샘플생산한 PC-sheet(옆클타입)



<별지 5-1 >

결로방지 효과 실험실 테스트

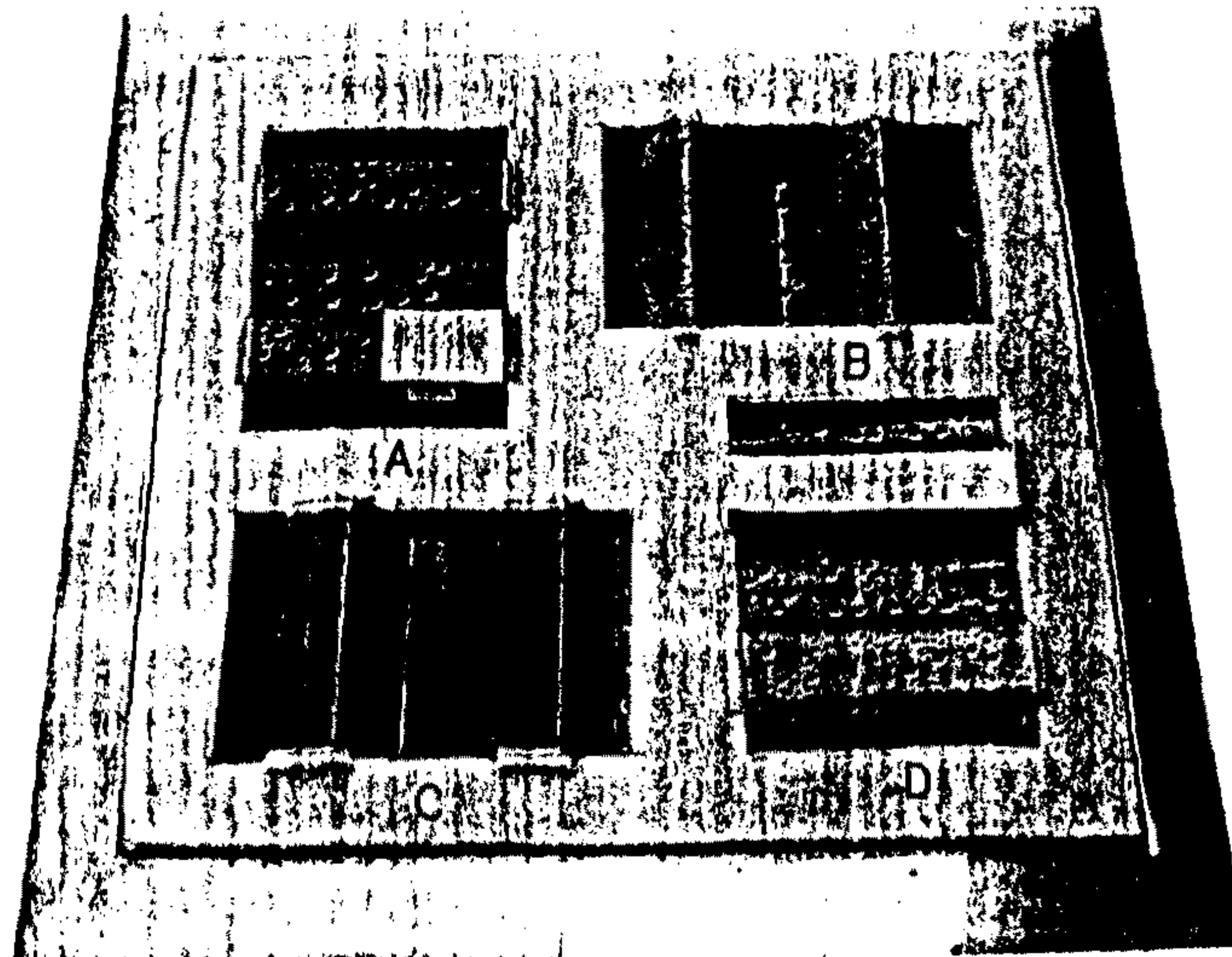


← 처리한 PE필름

← 처리하지 않은
PE필름

↑
결로방지제를 처리한 PC필름(0.3m/m)

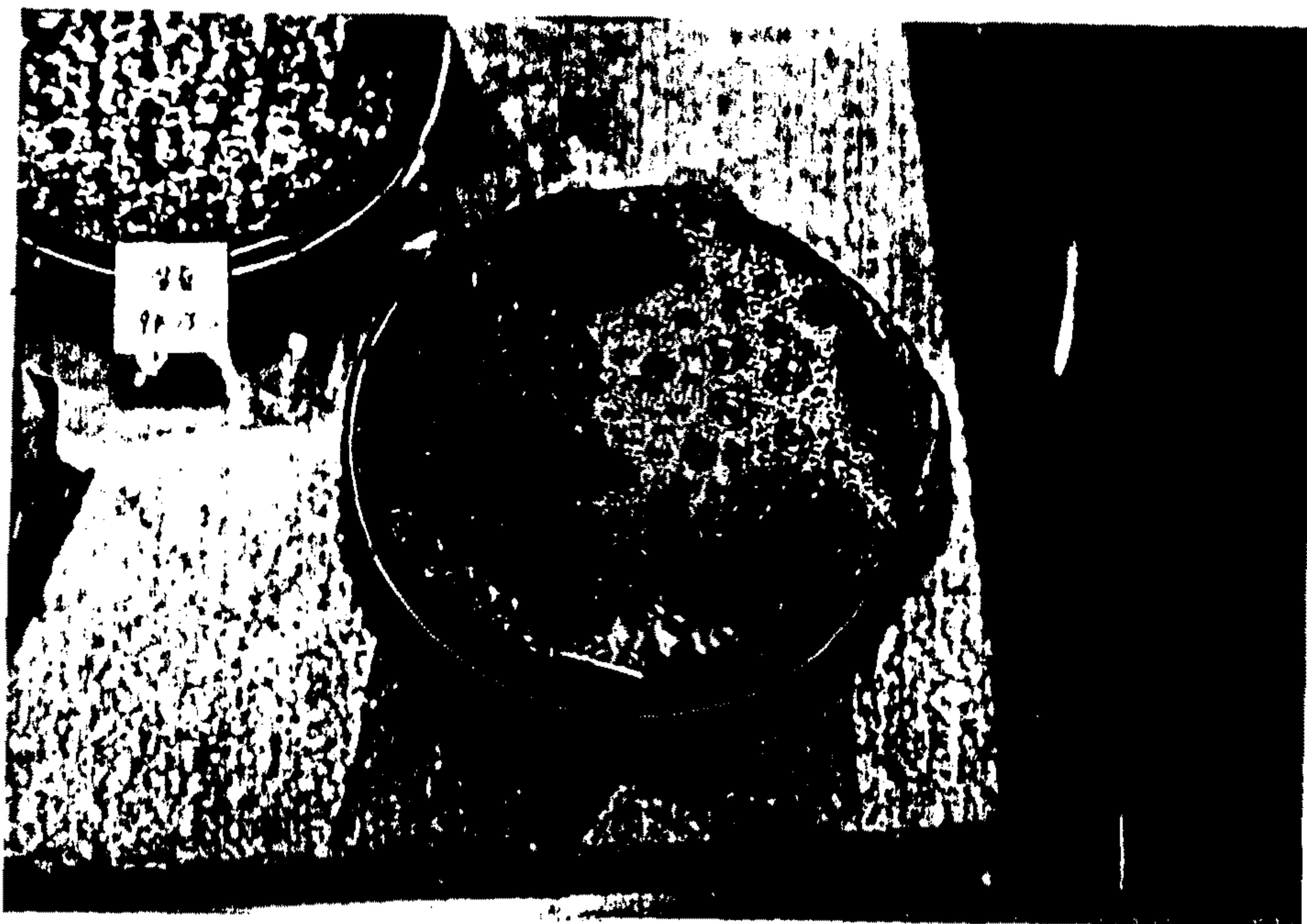
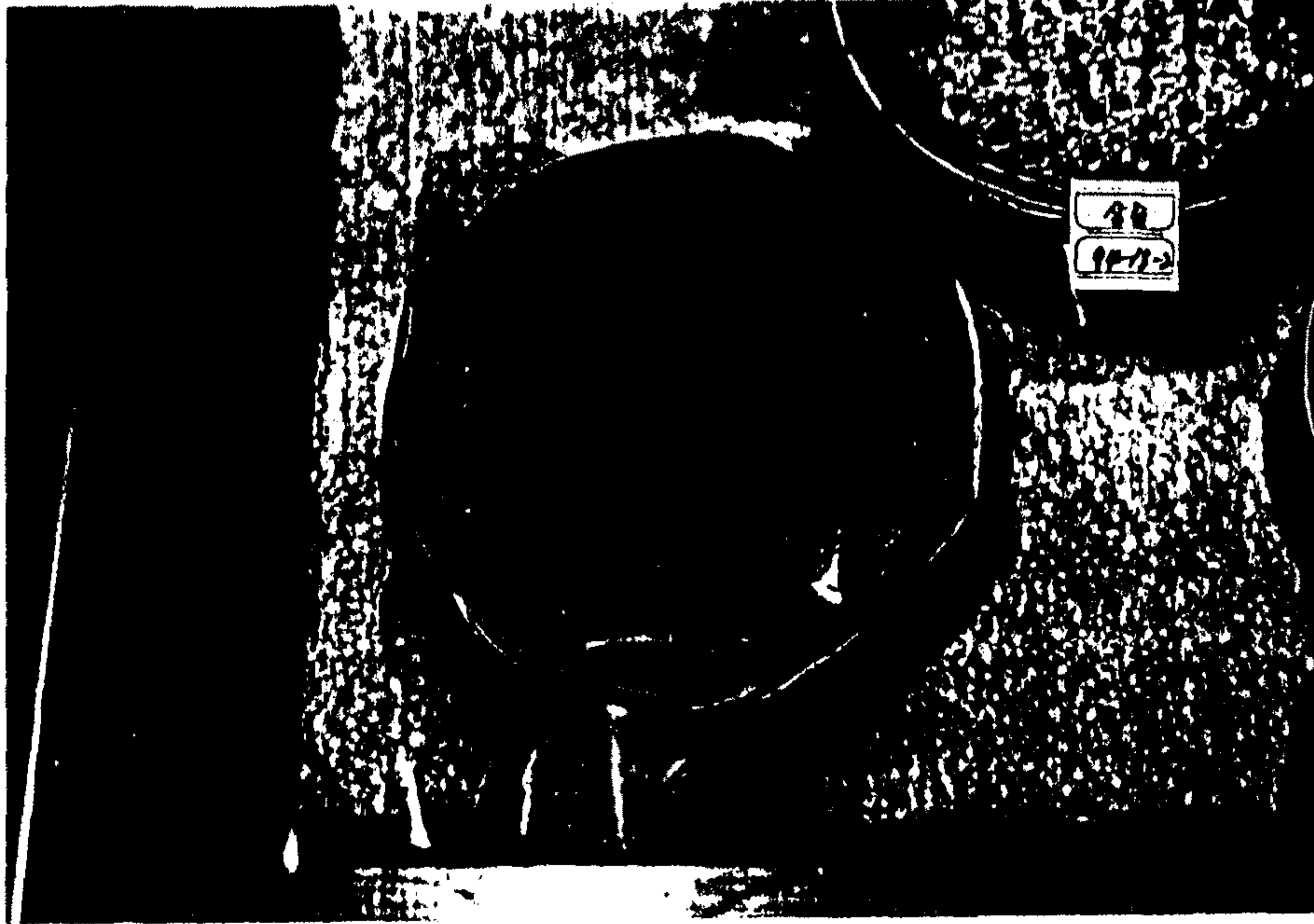
↑
처리하지 않은 것



A, B, D: 결로방지처리를 하지 않음 PC-sheet
C : 결로방지처리한 PC-sheet

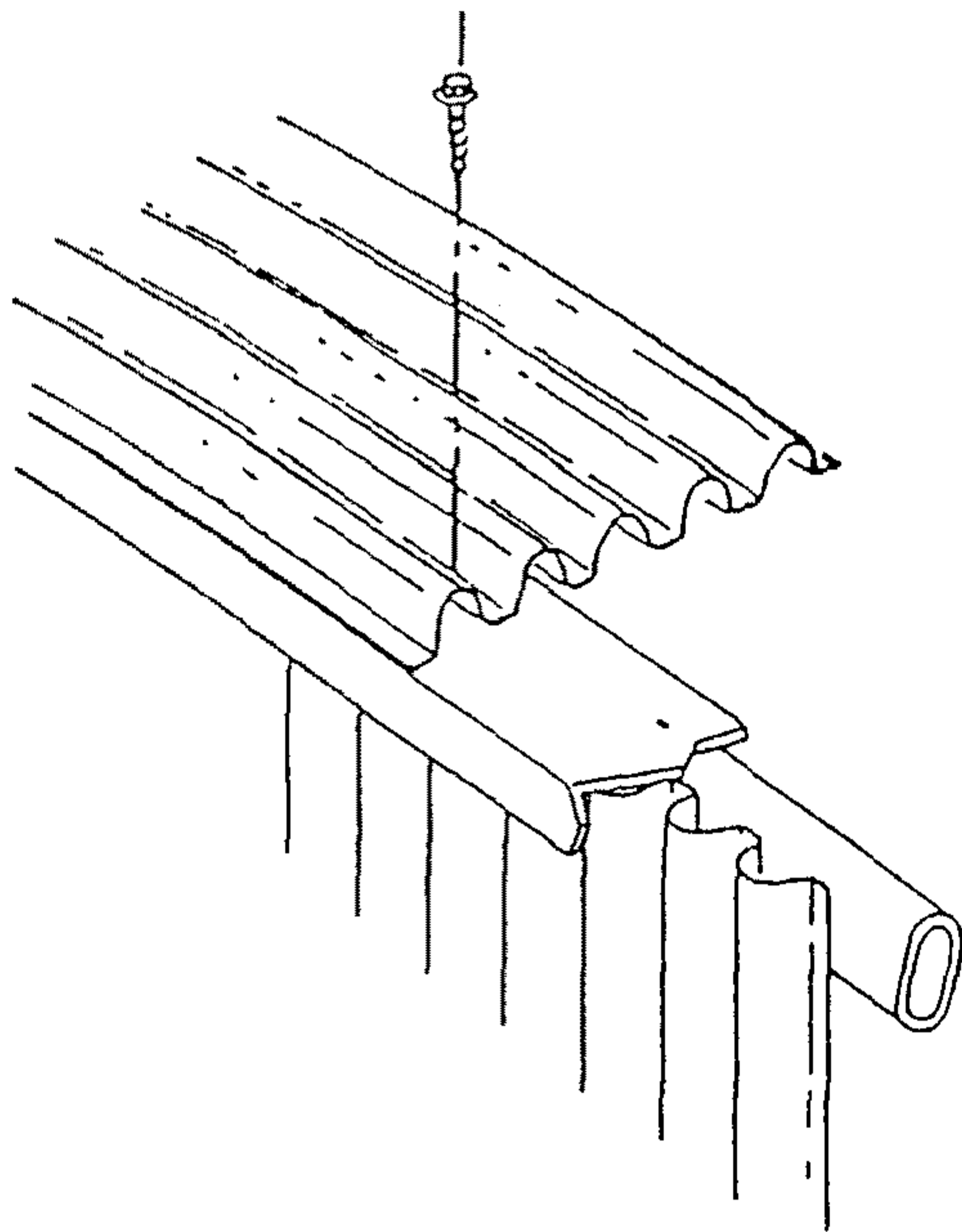
<별지 5-2 >

겉로방지세 처리한 0.3m/m PC필름-실험실내 6개월 이상지속

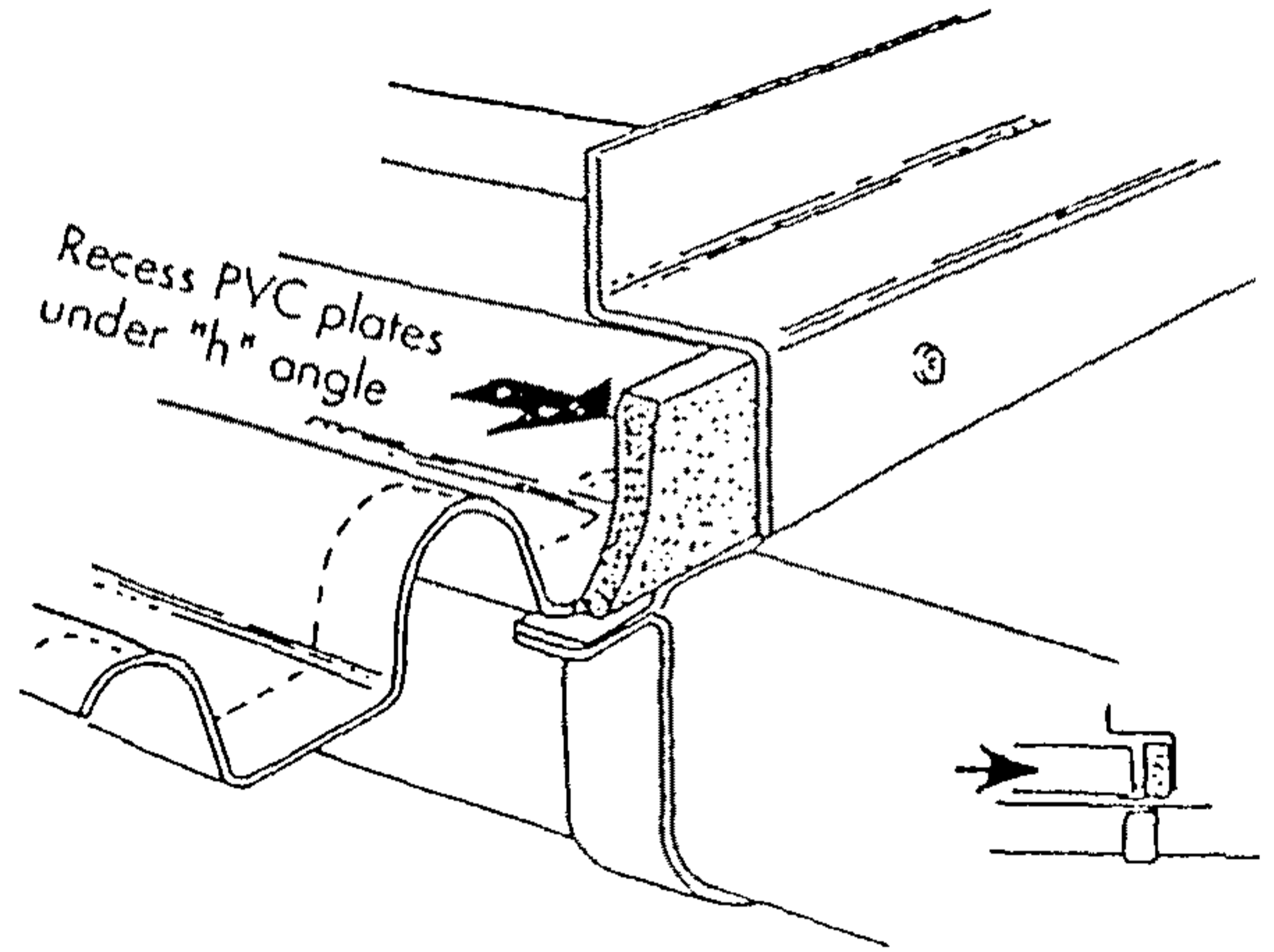


! 처리하지 않은 PC필름 0.3m/m !

8 ARCH EXTREMITY

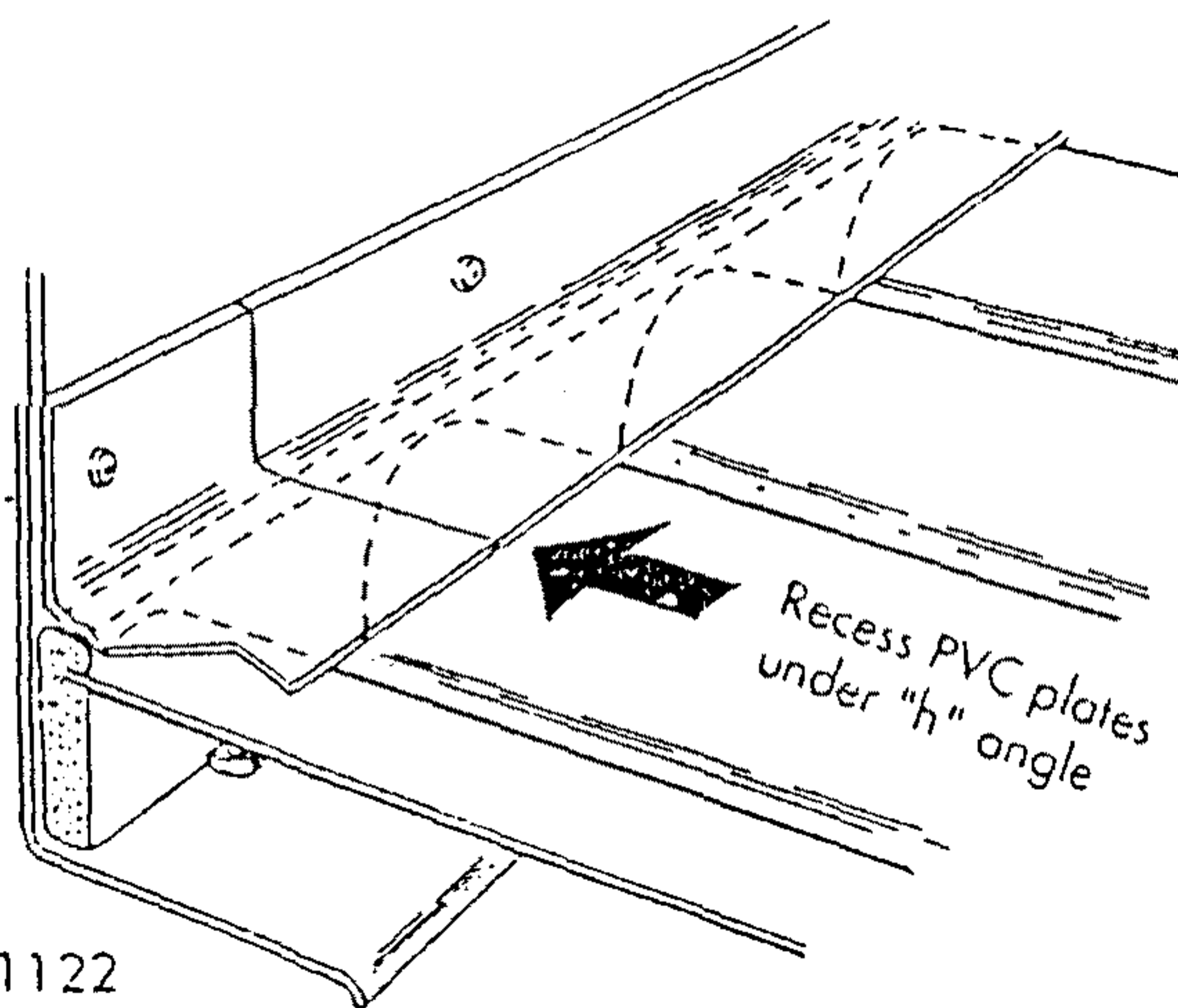


6



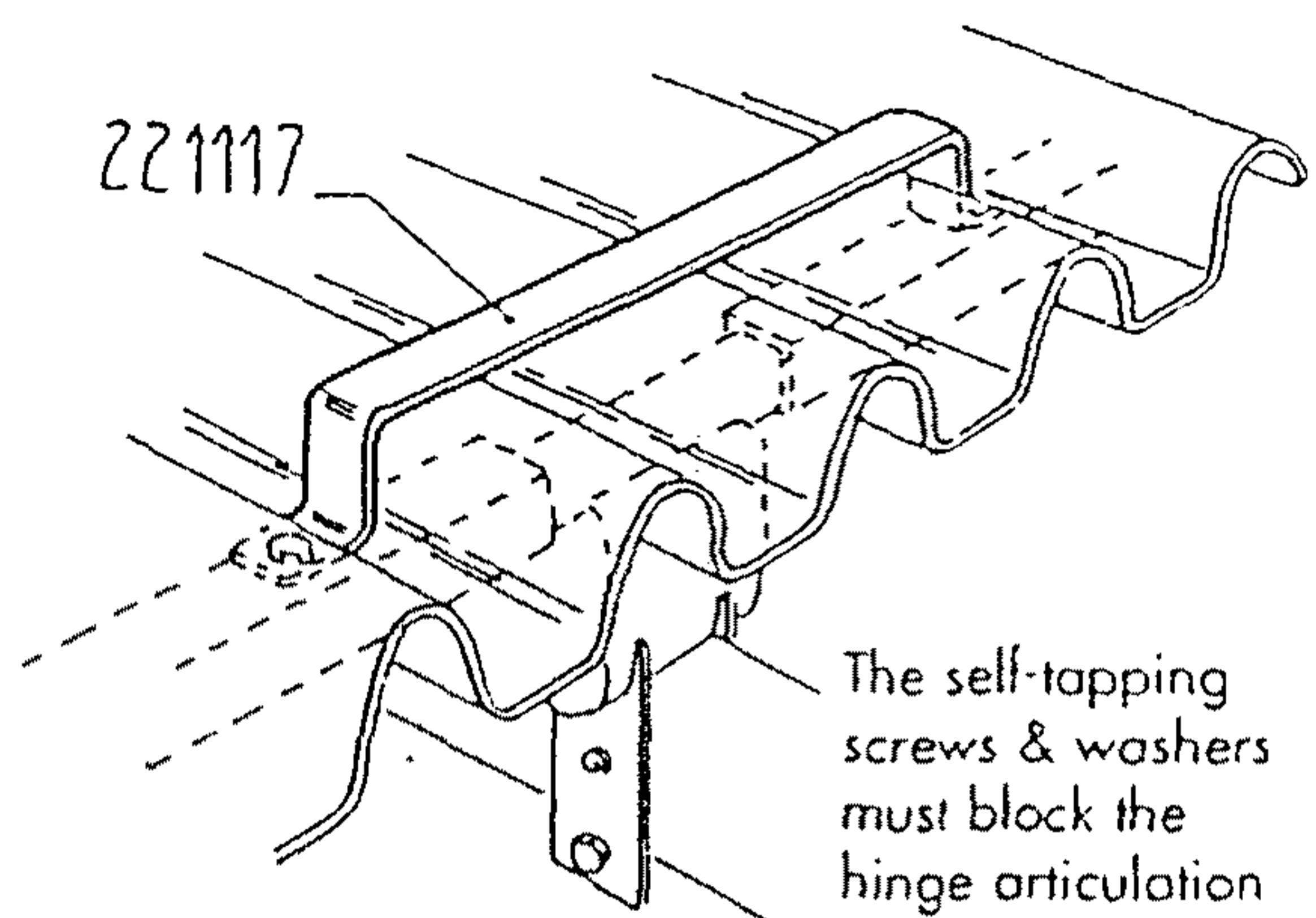
LR seal 20 x 10
461122 placed before
PVC plates installation

4

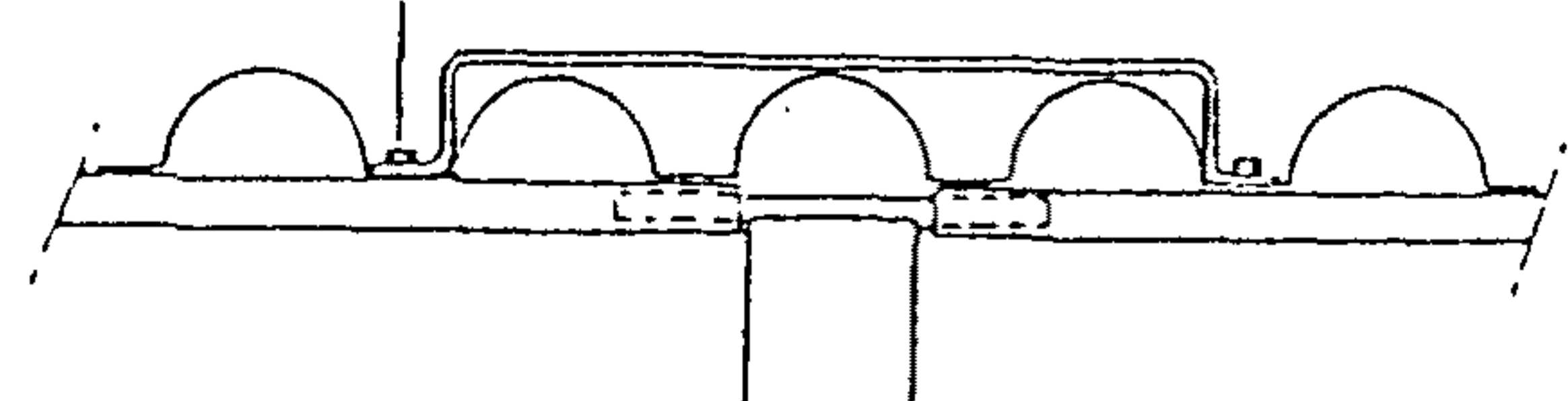


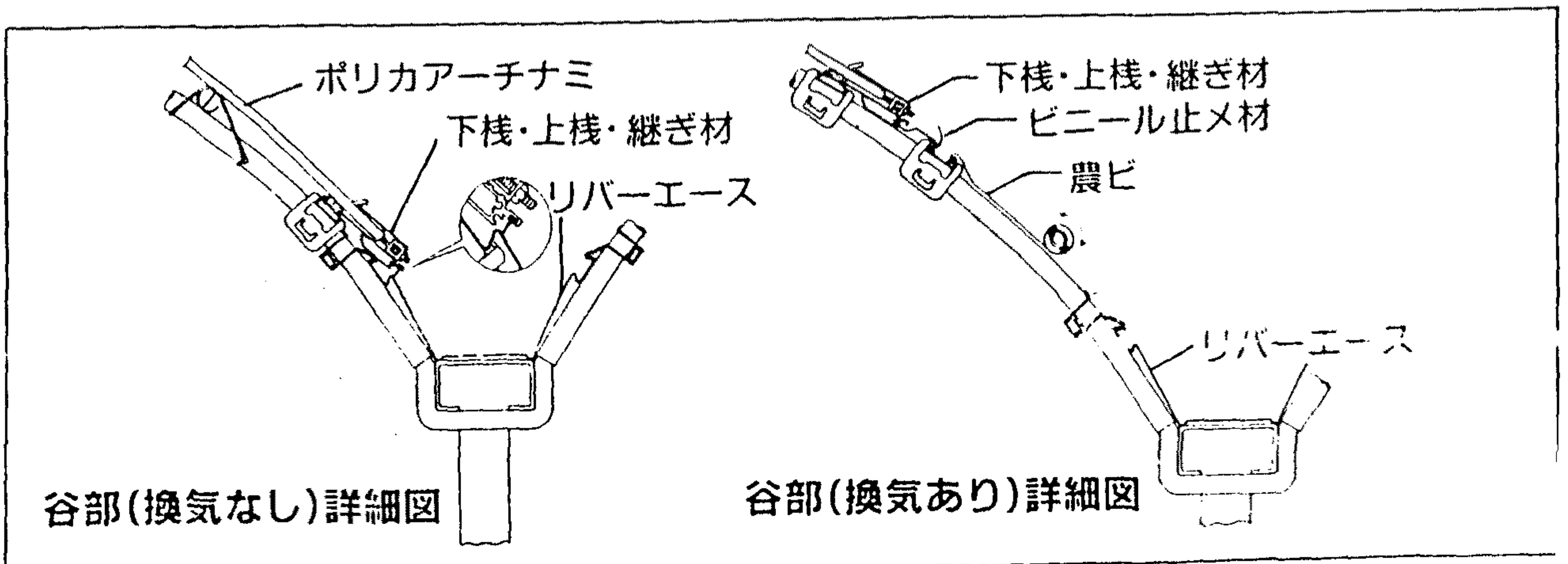
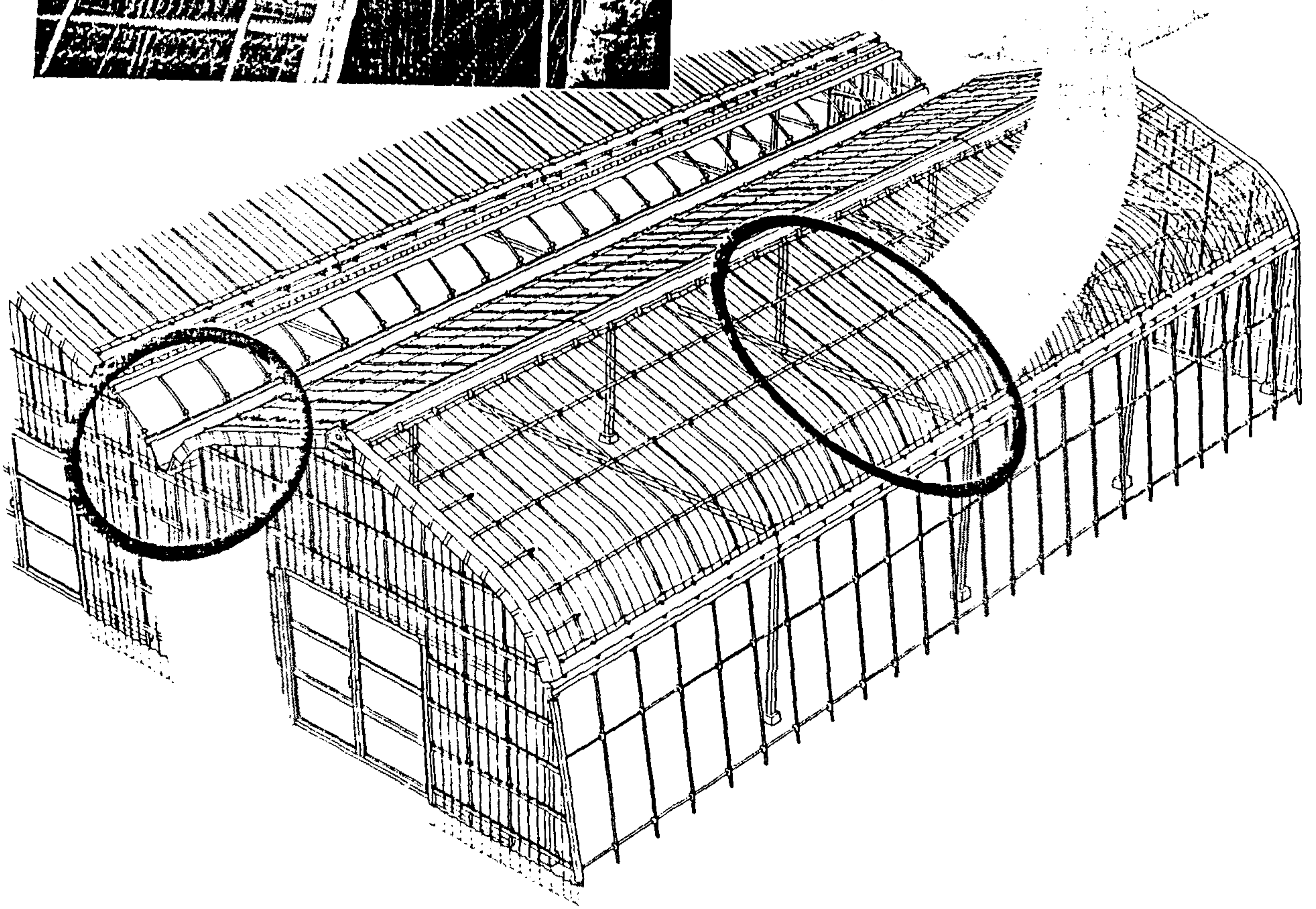
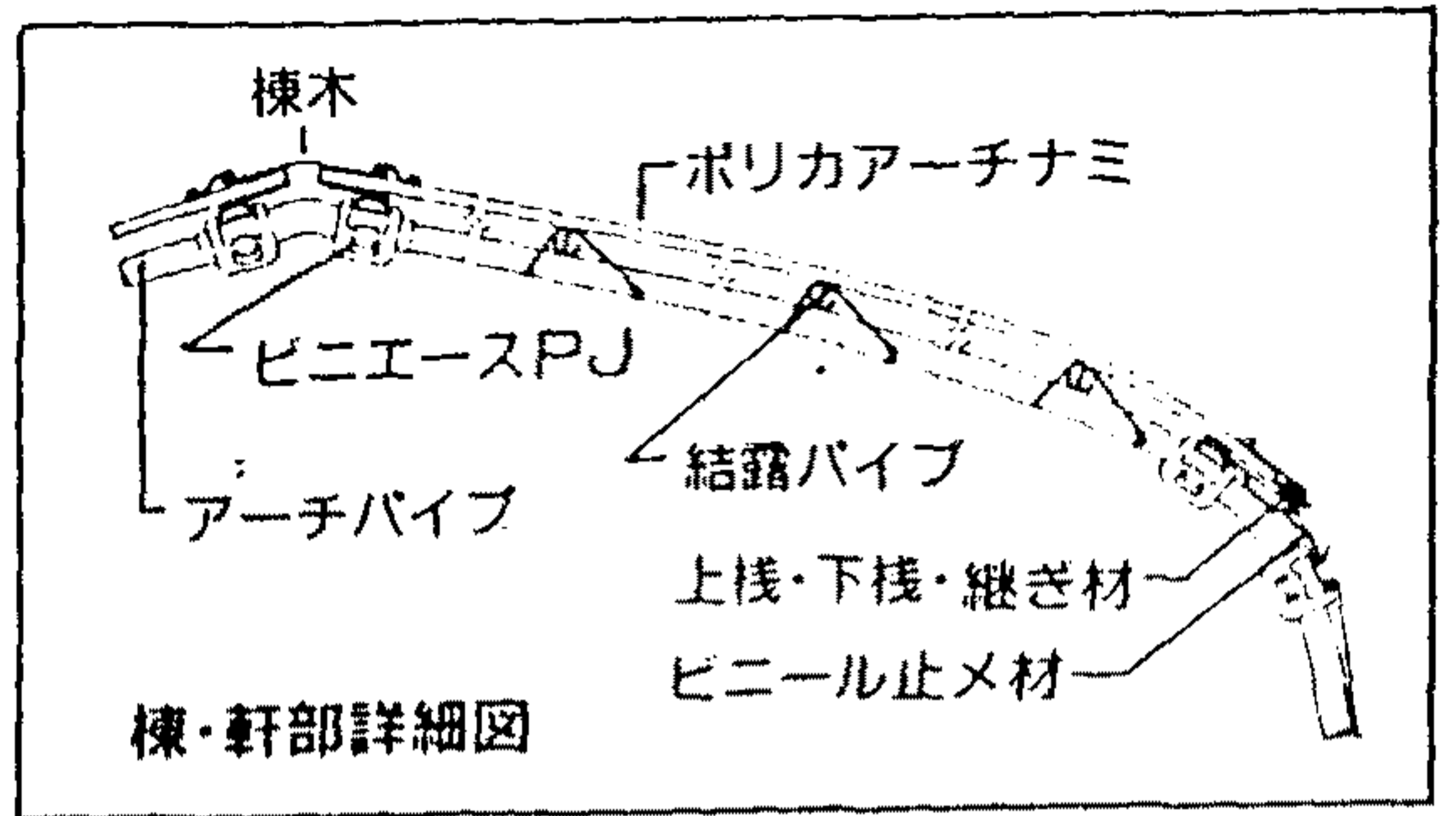
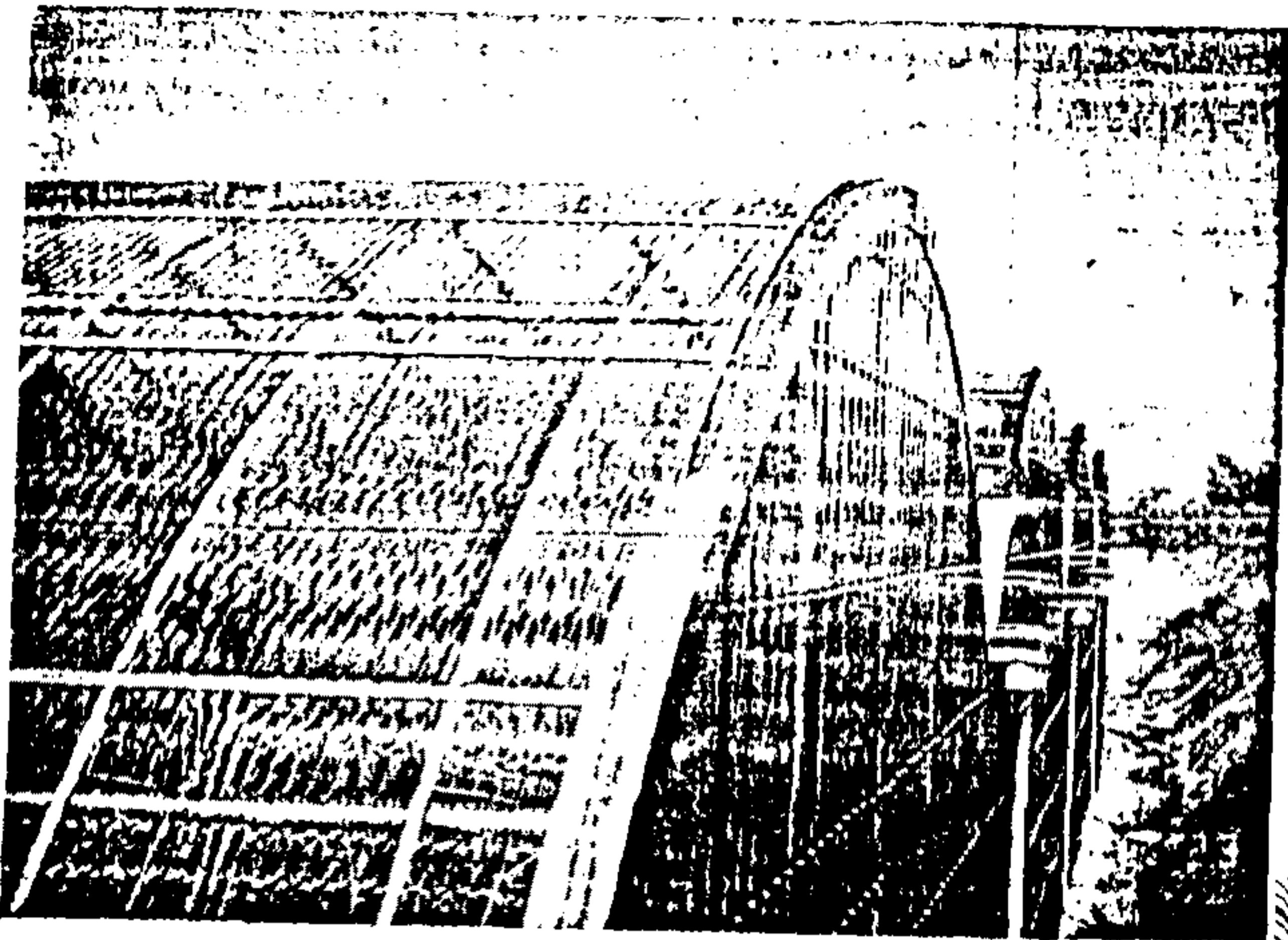
461122
LR seal
20 x 10

3 I Reinforcing bracket to be placed at each vent hinge except at extreme arches positions



Self-tapping screw & washer





95 중간보고서 보완사항

보완사항 1.

별지1, 최초 디자인과 별지4-2, 실제 생산한 디자인이 변경된 이유 및 별지 3의 13종에 대한 장단점 평가.

① 1차년도 연구비 기초자료표에 의해 시약 및 설계재료비로 책정한 비용이 ₩6,758,000원인 바, 실제 최초디자인과 같은 모델로 제품생산할 경우 롤러 및 외형가공비 비용이 별지8(견적서)과 같이 ₩43,588,800원의 소요가 예상되는 바, 기초조사의 불처저함으로 예산 부족되어 지금 현재 존재하는 기계의 개조로 생산가능한 모델로 우선 시험을 진행하였습.

(참조: 별지8)

② 파이프하우스 설치가 형태에 따라 파이프간격이 다양하고(60cm - 80cm), 파이프 간격이 곡부환기부위에서 치마부위까지의 간격이 일정한 간격으로 유지하지 않고 있으므로 일정한 간격으로 홈이 형성된 Type1의 경우 시공상 상당한 애로가 예상됨.

③ Type1의 모델을 파이프에 고정하였을 경우, 기존의 파이프하우스 (25mm, 32mm파이프의 경우)는 강한 바람에 구조물 전체가 흔들리게 되고 파이프와 PC-Sheet 사이가 진동에 의하여 파손될 위험이 상존하여 기존의 물결파형으로 기존 구조물과의 고정방법에 대하여 충분한 검토를 선행하여 진행하기로 하였습.

④ 별지3의 13종에 대한 장단점 평가는 압출공정속에서 골성형 로울러의 교체로 인해 어떠한 Type이 가장 생산효율이 높을 것인가에 대하여 초점을 맞추어 진행 검토하였음.

⑤ 폴리카보네이트 소재의 온도변화에 따른 수축팽창율(4~6mm/-20℃ ~60℃)을 감안하여, 골재와 시트 사이에 고정되는 파이프와 파이프 사이에 몇개의 골성형을 하여 수축팽창시 완충의 효과를 도모하기 위하여 13가지의 Type을 고려하였습.

이러한 차원에서 고려하여

- 1, 우선 제외된 대상 : Type2, 3, 6, 10, 11
- 2, 기존 기계를 개조하여 생산가능한 형태: Type1, 4, 5, 8, 9, 12, 13.
- 3, 최종 채택하여 골간격 조정한 형태 : Type 7,

보완사항 2. 이미 시공된 PC온실의 문제점과 개선점

	문 제 점	개 선 점
1.시공단가	①책정된 시공단가(26만/평)가 농가에 대 중화 되기에는 부담이 되는 금액이므로 보급속도가 낮아 자동화,성력화를 위한 고정식온실의 정착이 어렵다. ②경질판 온실 시공경험이 없는 업체가 많아 시공후 적자를 내는 업체가 많다.	①경질판 온실자재의 규격화(골조 및 부 속). ② 경질판을 이미 대중화된 파이프하우스 에 시공할 수 있도록 개선하여 고정식 하우스의 대중화를 유도한다. ③측창부위에 망사혼입필름의 권취식환기 방식을 채택하여 환기율을 높이고 시공 단가를 절감한다.
2.기밀성및 시공안정성	①피복재 특성상 연결부위 및 접침면 사 이가 열팽창에 의해 틈새가 생기기 쉬 워 밀폐시 환기전열량이 많다. ②곡부환기부위및 처마부위의 마감재의 개발이 미비하여 온실의 밀폐성이 떨어 진다.	①시공시에 열팽창을 예상하여 고정작업. (ex:피스작업 전에 피복재에 드릴링을 한다.) ②경질판의 시공 시, 칠골과 칠골사이에 가능한 굴곡진 부분을 최소화하여 마감 처리시 용이하도록 한다. ③피스작업부위의 고정프레임및 마감재의 개발로 곡부환기및 천창,처마부위의 밀 폐성을 보완한다.
3.결로현상	①피복재 소재특성상 결로현상이 심하여 작물에 결로수 낙하피해및 광반사현상 으로 동절기 광량부족및 온도상승이 어 렵다.	①수입경질판 중 무적 코팅처리제품이 있 으나 일반제품에 비해 가격이 높아 현 실성이 없음. ②PC경질판 압출가공 시, 결로방지제 코 티ング처리를 시도하여 안정적인 결로방지 효과를 유도한다. ③설치 후, 계면활성제 스프레이방식으로 저렴한 가격으로 결로방지가능. ④퍼린부위및 가로대에 결로수를 유도시 커 외부로 배출시키는 모자형강 방식의 개발로 결로수가 작물에 낙하되는 것을 방지한다.
4.황변현상	①초창기 시공되었던 PC복층판의 황변현 상으로 광투과 저해요인이 되고 있음. (국산PC원료의 품질에 따른 문제이므로 원료회사의 기술개발이 무황변PC 소재 의 생산을 위한 관건임.)	①공압출방식으로 생산하여 UV안정제를 첨가시켜 내구성을 향상시키고 황변현 상을 없앤다음 단층 PC파판으로 시공 하여 기존 문제점을 해결 ②국산 PC원료는 아직도 이 황변문제의 해결이 미비되었으므로 당분간 수입원 료의 사용이 불가피함.

보완사항 3.

별지 3-5 PC온실 시공도에 환기창 계획이 없고 용마루 기밀성 결여대책.

- ①별지 3-5의 시공도는 파이프하우스에 경질판을 씌우는 개념을 설명하기 위한 간이시공도이며 실제로 하우스모델을 설치하는 과정에서는 천창환기방식을 채택하고 있음. (별지 9)
- ②용마루 부위의 기밀성 대책은 부속자재 개발업체와 협력하여 이 시스템에 적당한 용마루바의 개발을 추진할 예정임. (업체선정은 현재 추진 중이며 주관연구개발업체인 당사가 합성수지로 피복재를 전문생산하는 관계로 알미늄바의 자체 개발에는 한계가 있었음.)

보완사항 4.

별지5 결로방지제의 개발 메카니즘을 적시할 것.

가. 결로방지(Antifog-Agent) 표면처리 효과에 관한 연구.

① 결로방지제(Antifog-Agent)의 성격

대부분의 플라스틱은 그 구조상 거의 소수성(疎水性)이므로 수증기가 밀폐된 공간에서 과포화되면 시트의 표면장력이 물방울의 표면장력보다 작아 큰물방울로 형성되어 투명제품은 뿌옇게되어 빛의 투과율이 저하된다. 이에 필름표면의 표면장력을 높이기위해 유지방산(乳脂肪酸)에서 추출정제한 계면활성제를 처리하여 주어 플라스틱필름에 물방울이 생기면서 더이상 커지지 않고, 필름 표면을 타고 흘러내리도록 한다.

② 결로방지제의 분류

- 음이온성 계면활성제(주로 세제류에 많이 사용)

Sulfonic acids and salts

Carboxylic acids and salts

Sulfuric acid esters and salts

Others

- 양이온성 계면활성제

Amines

Quaternary ammonium salts

Others

- 비이온성 계면활성제(대부분 결로방지제가 이계통임)

Ethers

Carboxylic acid amids

Carboxylic acid esters

Others

③ PC-Sheet용 결로방지제(Antifog-Agent)의 선택시 적용기준

- 가공단계에서 Antifog-Agent가 고분자 내부로 도입되어야 할 것.

- Sheet의 광학성, 내후성, 기계적 성질을 손상시키지 않을 것.

- PC의 수명에 준하는 기간동안 결로방지 효과를 유지할 것.

④ PC-Sheet 결로방지제 처리 방법.

- 코팅하여 UV光으로 경화시키는 처리

필름표면에 코로나방전 처리를 하여 라디칼 또는 관능기를 생성시키고 그 위에 유기용매와 혼합된 친수성단량체(Antifog-Agent)를 코팅하여, 코팅물질과 PC라디칼의 화학적 그라프트 반응을 유도하기 위해 UV광을 조사하여 장기적으로 결로방지 효과를 유지하도록 하는 처리.

<장점> ㄱ, 결로방지 효과가 장기간 지속된다.

ㄴ, 번거로운 현장작업이 줄어든다.

<단점> ㄱ, 초기투자 비용이 과다하게 소요된다. (제품가 30%이상 상승)

ㄴ, 설치작업 시, 골조와의 접촉부분에 상처가 생겨 결로가 생긴다.

- 하우스 설치후 Antifog-Agent 스프레이하는 처리.

특수계면활성제 성분과 수용성 접착수지를 혼합하여 고압동력분무기로 Sheet표면에 스프레이하는 처리방식.

<장점> ㄱ, 비용이 적게든다.

ㄴ, 설치 이후에 스프레이 하므로 결로방지효과가 뛰어나다.

<단점> ㄱ, 스프레이 숙련도에 따라 효과가 좌지우지되는 위험성.

ㄴ, 작업환경(기온, 풍속, 습도)에 따라 효과가 차이가 있음.

ㄷ, Sheet표면 부착부분 물방울이 흘러내리면서 결로방지제가 쉽게 유실되어 효과가 장기간 지속되기 어렵다.

본 연구는 상기 두가지 방법을 병행하여 실험하고 있음.

⑤ PC-Sheet 적용가능한 무적제 성분.

* Colloidal Silica

* Polyethylene Oxide adduct of lauryl alcohol

* Methanol -1

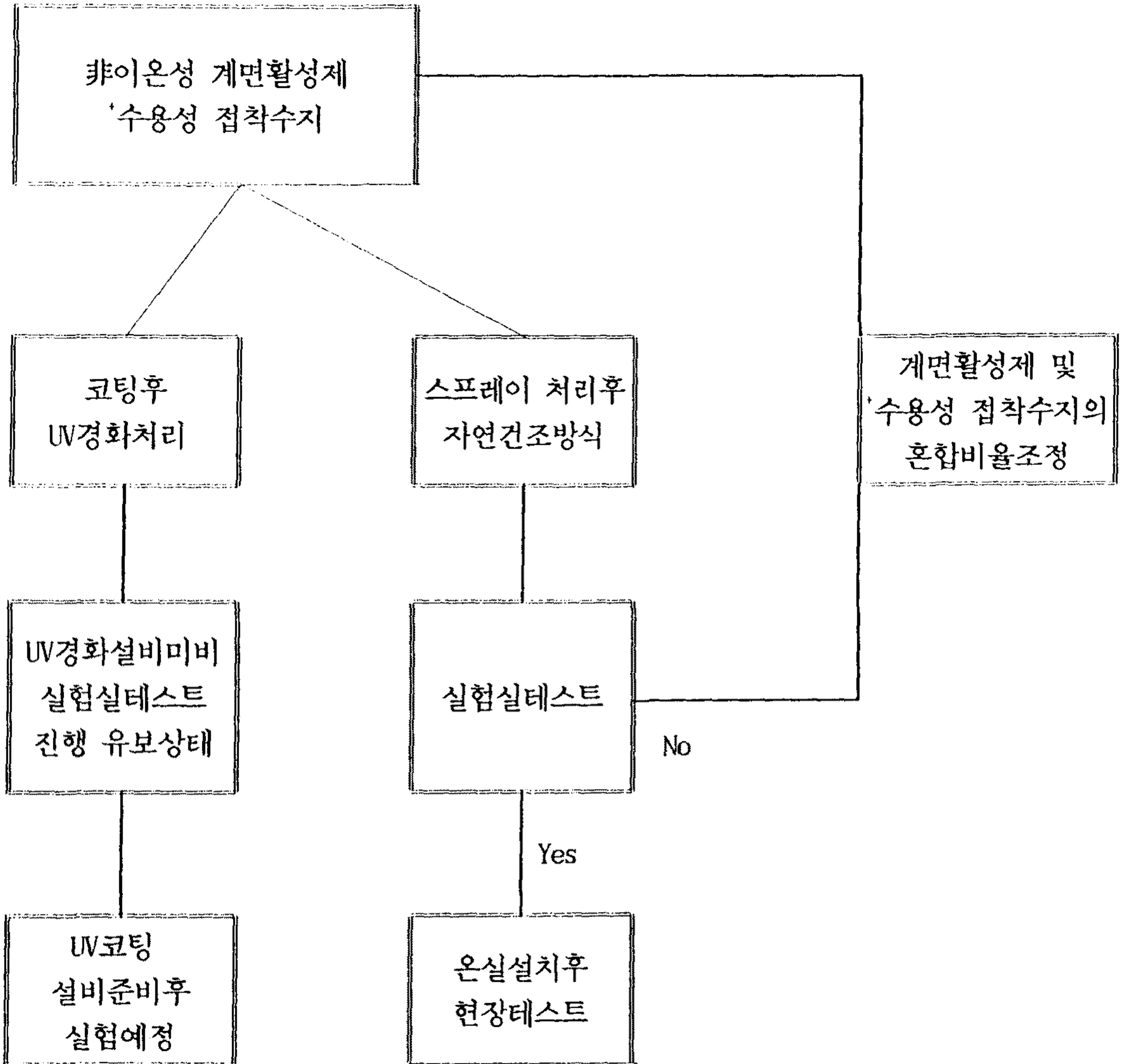
* 2-Hydroxyethyl Acrylate

* Acrylic Acid

* Azobisisobutyronitrile(catalyst)

* Methanol -2

결로방지제의 개발 메카니즘



전남 장흥군 장평면 PC온실(400평)
11월1일 스프레이 작업 후 현장테
스트 중

견 적 서

서기 19 95 년 5 월 10 일

일신화학공업(주) 귀하

아래와 같이 견적 합니다.

공 급 자	등 록 번 호	134-18-61718		
	상 호	전일화학공. <small>신상</small>		
	사 업 장 소 재 지			
	업 태	제 조 종 목	합성수지 기계제작	



합 계 금 액 (공급가액+세액)		사천삼백오십팔만팔천팔백원整 (₩4,358,800)														
품 목	규 격	수 량	단 가	공 급 가 액					세 액					비 고		
재료 SCM 4종	8개		920,000	7	3	60	0	0	0							
디폴밋보링가공	8개		415,000	3	3	20	0	0	0							
업 처 리	8개		250,000	2	0	00	0	0	0							
외형 가 공 비	8개		2,260,000	1	8	0	80	0	0							
조 립밋 시 험	8개		1,200,000	9	6	00	0	0	0							
기 업 이 운				3	2	28	8	0	0							
합 계										₩	4	35	8	88	0	0
단 V.A.T 별 도																
계																

見 積 書

귀하

하기와 같이 견적 의뢰합니다.

19 95 . 5 . 10 .

품 명	로 타 (ROII)	납 품 장 소	
MODEL No		구 분	
대 급 지 불 방 법		전 적 유효 기 간	
(1)재 료 비	사 용 재 료	제 품 중 량	LOSS %
1	재료SCM4종	수량 8개	단가 920,000
2			
3			
4			
소 계			
			7,360,000
(2)가 공 비	공 정 명	사 용 장 비	업 윤
			생산량 20Hr
1	디폴릿보링가공	수량 8개	단가 415,000
2	열 처 리	수량 8개	단가 250,000
3	외 형 가 공 비	수량 8개	단가 2,260,000
4	조 립 및 시 험	수량 8개	단가 1,200,000
소 계			
			33,000,000
계 산 항 목	계 산 근 거	금 액	금 형
(3)소 계	1 + 2	40,360,000	
(4)불 량 율	3 x %		
(5)제 조 원 가	3 + 4		REMARK
(6)포장및운송료			
(7)일 반 관 리 비	5 + 6 %		
(8)기 업 이 율	5 + 6 + 7 8 %	3,228,800	
(9)기 타			
(10)전 적 가 격	5 + 6 + 7 + 8 + 9	43,588,800	

준 공 계

- 용역명 : 파이프하우스용 PC경질판 개발사업
- 계약금액 : 삼천오십칠만오천 원 (₩30,575,000원)
- 계약년월일 : 1994년 12월 29일
- 착수년월일 : 1995년 1월 3일
- 준공예정일 : 1995년 12월 29일
- 준공일 : 1995년 12월 29일

상기와 같이 준공하였기 결과보고서를 첨부 준공계를 제출합니다.

덧붙임: 중간보고서3부.

끝.

주관연구기관장	일신화학공업주식회사
	대표이사 정철수
총괄연구책임자	박 광 역

경기도지사 귀하.