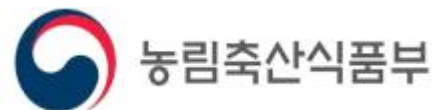


설계기준 Korean Design Standard

KDS 67 60 10 : 2018

개간계획

2018년 4월 24일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>



KDS 67 00 00

농림축산기반시설
설계기준

KC CODE



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 참고기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호의 정의	2
2. 조사 및 계획	2
2.1 구획계획	2
2.2 용배수계획	4
2.3 도로계획	5
2.4 부대시설	6
3. 재료	12
4. 설계	12
4.1 계단형 개간	12
4.2 원지형 개간	20
4.3 사면형 개간	22
4.4 개량 원지형 개간	29
4.5 토양개량	32

1. 일반사항

1.1 목적

개간공사는 산지, 원야지 등을 개발하여 밭, 논, 수원지 등의 농용지를 조성하는 공사로 농업생산의 기반조성을 목적으로 한다. 단순히 벌목을 하고 뿌리뽑기를 하는 토목공사를 포함하여 지력향상을 고려한 개간이 되어야 한다. 또한 농지의 이용목적에 효과적으로 달성할 수 있도록 사업비, 공사기간 등을 고려하여 적합한 조성공법과 시공방법을 결정한다.

1.2 적용범위

개간방식과 그에 따른 공법은 다음 표와 같다.

<표 1.1-1> 개간방식과 특징

포장 형태	개간 방식	공법	적 용 조 건		조성방법과 특징
			경사도	토층	
계단 밭	계단형 개간	초생대형 승수로형	15° 이상 15° 이상	보통 보통	절.성토를 횡단방향으로 유용하여 수평에 가까운 전면을 조성
경사 밭	원지형개간	집약형	0 ~ 15°	얕음	현 지형대로 전면 경운
		간이형	특별한 제한 없음	얕음	현 지형대로 부분 경운하거나 축력 경운
	사면형 개간	다단심경형	15° 이상	깊음	대체로 현 지형대로 등고선에 따라 경운하여 하단으로 떨어뜨린다.
		경작로형	특별한 제한 없음	깊음	계단부를 경작로로 하고 사면을 경운한다.
	개량 원지형개간	경사완화형	특별한 제한 없음	깊음	크게 흙을 깎거나 쌓아 완경사로 만든다.
개답		상층개량형	15° 이상	깊음	상단의 흙을 하단에 떨어뜨려 조성경사를 현경사로 만든다.
		침투억제형	특별한 제한 없음	자갈땅 저습지 화산회경사지	괘토, 바닥다짐 병용
		침투촉진형	특별한 제한 없음	이탄지	개거, 압거 배수 병용

1.3 참고기준

· 농림부, 2006, 농업생산기반정비사업계획 설계기준 개간 편

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

·내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 구획계획

구획계획은 재배작물, 기계작업, 용지보전, 용.배수, 기상재해 방지 등을 고려하여 구획의 형상 및 크기, 용.배수로 및 농도의 배치 등을 정한다.

이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 50 15 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 경지정리편) “계획”에 준한다.

2.1.1 구획계획의 방향

(1) 소유구

소유구는 한번에 도로를 붙여서 설치하며, 둘레에는 고정시설을 설치하지 않는다(그림 2.1-1 참조). 소유구를 설정할 때에는 기계이용방법 등과의 관계를 고려할 필요가 있으며, 기계 이용 시에는 경영조건이 유사한 농가의 일정규모별로 환지계획을 수립한다.

기계이용이 진전되면 가능한 한 큰 면적에 동일 작물을 재배해서 모든 작업을 단순화하는 것이 유리하지만, 농가의 소유지가 1단지이면 윤작체계를 채택하는 곳은 2~3단지 정도로 묶는다.

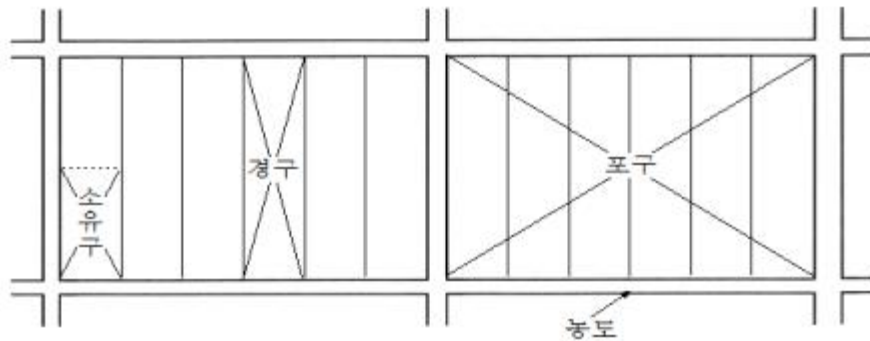
기계 이용 시에는 가능한 한 대규모 면적에 동일 작물을 재배해서 모든 작업을 단순화하는 것이 유리하지만, 농가의 소유지가 1단지이면 경작권의 교환 등을 하지 않는 한 다품목재배를 할 수 없게 되어 개별경영을 전제로 하는 영농에 장애가 될 수 있다.

(2) 경구

경구(field lot)의 크기와 형상을 결정하는 요인은 작업체계마다 기계작업, 재배관리작업, 관개방법의 세 가지이다. 경구의 장단변의 길이는 기계작업의 효율을 되도록 높일 수 있게 하고, 또 시비, 방제, 수확, 운반 등의 재배관리에도 적합하게 만든다. 경구는 원칙적으로 동일 작물이 재배되는 밭으로 계획하고 관개의 1단위가 된다.

(3) 포구

포구(field block)의 크기와 형상은 간지선농도의 배치에 의해 정해지는데, 도로배치계획을 세울 때에는 도로의 기능증진 외에 포구 내의 토양보전, 경구 및 소유구의 배치 등과의 관계를 고려한다. 토양보전은 기존에 소구획으로 구분되어 있던 포구가 확대되고 정돈된 경구를 구성하게 되면 포구 내의 지표유출수는 짧은 시간에 흘러내려 토양침식을 가속화할 우려가 있기 때문에, 포구는 토양, 지형, 밭두둑의 방향, 윤작체계 등을 고려해서 지표배수계통을 정비하도록 계획한다.



<그림 2.1-1> 밭구획의 개념도

2.1.2 구획의 크기와 형상

인력으로 경운하는 밭은 한 구획의 크기나 형태가 크게 문제 되지 않으나, 생산수단이 축력농구에서 동력농기구로 변화함에 따라 구획과 노동능률 사이에 큰 관계가 있다. 1일의 작업공정을 책정하는 기준은 가장 힘이 드는 경운작업을 대상으로 정하는 경우가 많다.

경운작업공정은 토질, 농기구, 경운법 등에 따라 다르다. 1일 공정은 축력이용의 작업공정에서 밭은 0.25~0.4ha가 많으며 0.3ha가 표준이다.

구획의 길이는 우경에서 보통 120~140m가 한계이고, 자동경운기나 트랙터는 길이의 한계가 더 길어진다. 중형(30HP) 트랙터 경운에 적합한 구획은 장변 250~1,800m 이며, 단변은 농기계의 회전에 필요한 길이로 15~20m의 정수배가 된다. 밭관개를 하는 곳은 <표 2.1-2>의 구획장변에 따른다.

<표 2.1-2> 밭관개에서 이랑 길이의 기준(m)

토질	이랑의 경사				
	1/100	1/150	1/200	1/250	1/300
식토	120	80	60	40	20
양토	90	60	40	30	15
사토	60	40	30	20	10

밭구획 계획에서 경구의 크기와 형상은 기계의 작업효율, 관리작업, 관개방법, 농가 경영면적 등의 요인을 고려하여 결정한다.

2.1.3 경사지의 구획

소는 경사 25°까지 활동할 수 있으나 농기구는 종류에 따라 다르다. 쟁기는 8°(최대 10°)까지 평지와 같이 경운할 수 있으나, 그 이상 되면 별도의 쟁기를 사용하며 한계는 25° 이하이다. 모워(mower)로 베기작업을 하거나 해로(harrow)로 쇄토 정지를 하게 되면 10°까지는 평지와 같으나, 그 이상 되면 능률이 저하되며 사용한계는 15°(최대 20°) 이하이다.

컬티베이터(cultivator)로 중경.제초.배토하는 작업은 경사지에서 어렵고, 등고선에 평행하게 휴간작업을 하는 일은 7~8°까지 할 수 있으나 아래쪽의 작물이 매몰되는 경향이 많다.

전체적으로, 경사 10° 이하에서는 평지와 같은 크기의 구획에서 작업할 수 있으나 경사 10~15° 인 경우에는 등고선이랑을 만들고 승수로틀 만들어야 하므로, 구획의 장변이 등고선과 평행하게 된다. 초지에서는 상.하경작업을 할 수 있어서 최대 20°까지 기계화 관리작업(경운.쇄토.정지.시비 등)이 가능하다.

2.2 용배수계획

용.배수계획은 농지의 노동생산성을 향상시키기 위하여 농지에 발생하는 강우, 증발산, 침투 등 물의 자연적인 순환을 보완하여 인위적으로 농지의 수분환경을 조절하기 위하여 실시한다. 즉, 농지의 생산성 향상이라는 관점에서 물의 자연순환이 적절한지의 여부를 판단해서 부족한 경우에는 물을 보급하고, 과잉인 경우에는 배제하도록 계획을 수립한다.

2.2.1 용수계획

농지개간 및 농지정비시 다음과 같은 사항을 주의하여 사업을 실시한다.

용수계획은 자유로운 물이용을 전제로 세우는 것으로 새로운 작물도입이 가능해지는 경우가 많으나, 새로운 작물은 대체적으로 노동집약적인 것이 많다. 따라서 용수계획은 기계이용계획과 관련하여 지구에 적응하도록 합리적으로 결정한다.

수분보급 이외의 다른 목적을 위하여 용수계획을 세우면 여러 가지 효과가 있으나 큰 의미는 없다. 따라서 용수조직계획을 세울 때에는 경제성과 함께 생력화가 큰 과제가 되며, 다음과 같은 사항에 유의한다.

- (1) 채소를 기간작물로 하는 지구는 기계화작업, 관개수의 생력화로 보아 지표정식식을 채용하는 것이 유리하다.
- (2) 보통 밭작물.목초 등을 기간작물로 하는 지구는 이동식 대형살수기 또는 자주식 살수기 등이 경제적이다.
- (3) 과수원지나 채소밭에서 가장 효율적인 방법은 집중자동제어방식이지만, 이를 위해서는 대규모 작물단지가 형성되어야 한다.

이와 관련된 자세한 사항은 KDS 67 40 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편:논관계) “계획”과 KDS 67 40 50 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편:밭관계) “계획”에 준한다.

2.2.2 배수계획

농지의 배수시설은 강우에 의한 피해를 방지하며 지하수위를 적절히 유지해서 작물이나 목초의 생육조건을 양호하게 하여 관리용기계의 작업에 알맞은 농지로 유지하기 위한 필수시설이다.

배수에는 계획배수량을 배수하천까지 안전하게 배제하는 홍수시배수와 평상시 유출수를 정상적으로 배수하는 상시배수가 있는데, 양자 모두 고려하여 결정한다.

KDS 67 45 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지배수편) “계획”에 준한다

2.2.3 수원계획

기존의 수원은 대부분 논에 이용되고 있으며, 수리권 관계로 새로 하천수를 이용하기 위해서는 용수량의 검토 또는 종합적 수원이용계획의 검토 등을 통한 하천수의 효율적인 이용이 필요하다. 지형, 지질을 고려하여 발관개의 경우 구릉지와 같이 하천유량이 부족한 지역에서는 일반적으로 하천수의 이용이 곤란한 경우가 많고, 또한 이용수량이 적을 때 스프링클러 관개를 위해 가압(加壓)이 필요한 경우 등 직접 지하수를 양수하는 편이 경제적이다.

심층지하수는 장소에 따라서 소규모적인 발관개용수로서 적당하지만 그 수원수량에는 한계가 있기 때문에 보링, 전기탐사, 방사능탐사, 양수시험 등의 충분한 조사를 통하여 부존량의 실태를 파악해야 한다.

저수지는 필요한 시기에 필요한 양을 공급할 수 있으므로 발관개와 같은 간단관개에 적합한 수원이다.

어떤 수원시설을 채택하더라도 발관개의 수원으로서 이용가능수량에 대해서는 필요수량의 시기별 변화를 고려해서, 그 총량과 함께 시기별 변화를 파악한다.

이용가능수량에 대해서는 장기간의 실측자료를 기본으로 하여 통계처리에 의해 수원의 확실성을 파악하고 계획을 수립한다. 갈수량이 적은 하천에서 최대한으로 취수하는 경우에는 특히 수원과 관개지구의 중간에 조절지 또는 저수조를 설치하고, 펌프 운전시간의 연장, 펌프 시설용량의 감량 등 수원시설에 대한 검토가 필요하다. 이 경우 펌프의 운전시간은 24시간을 기준으로 계획한다.

수원계획의 결정에 있어서는 도입될 작물체계나 작부율 등을 검토하여 용수를 효율적으로 사용하도록 한다. 수리시설의 구조나 물관리조직의 내용에 따라서는 용수시스템 계통내에서 물관리를 위한 관리손실을 예상해야 할 경우가 있으므로, 이를 위한 수원수량의 확보를 고려한다.

계획기준년은 10년에 1회 정도 발생하는 한발년을 채택한다. 하천취수의 경우에는 확률 1/10 정도의 갈수년을 계획기준년으로 한다. 저수지의 경우에는 원칙적으로 저수용량 확률 1/10 정도의 해를 채택하는데 관개기간 중의 연속 한발일수 및 유효우량에 대해서도 검토한다.

기타 수원인 경우에는 관개기간 중의 연속한발일수 및 유효우량을 통계처리해서 확률 1/10 정도의 해를 계획기준년으로 한다. 이들 계획기준년 결정의 기본이 되는 기상, 수문기록 등의 자료처리는 원칙적으로 20년 이상으로 한다.

2.3 도로계획

농도의 신설 또는 개량에 따른 기능과 효과는 지역사회의 농업 및 경제·교통조건 그리고 생활환경에 큰 영향을 주는 것으로, 그 기능은 다양·복합적이므로 종합적으로 판단하여 결정한다.

도로는 개발한 후에도 생산활동 영역의 확대, 농지의 수확물 반출, 비료, 그 밖의 자재반입, 수송 노동력 및 비용의 경감, 학생의 통학 등 새로운 농촌기반시설이 되도록 계획한다.

이와 관련된 자세한 사항은 KDS 67 30 30 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농도편) “농도 계획”에 준한다.

2.4 부대시설

개간사업후 안정적인 영농활동을 위해서는 기반시설의 정비와 함께 관련 부대시설의 정비가 필요하다. 주민의 안정적인 생활용수 확보, 주택 및 공동시설의 확보, 자연재해로부터 방재 안전시설의 확보, 정비와 함께 환경적 측면도 고려한 종합적인 농지개발이 되도록 계획한다.

2.4.1 생활용수시설

생활용수량은 기후.풍토.습관.환경 등에 따라 다르나, 농촌은 도시에 비하여 용수량이 적어서 평야지대의 농촌은 1호당 150 ~ 250 l, 빗물을 이용하는 산촌은 100 ~ 150 l 를 기준으로 한다.

안정적인 농촌생활을 위해서는 음료.취사.세탁.목욕 등에 필요한 물과 가축사육에 필요한 물, 즉 농촌생활용수를 확보한다.

계획 급수량의 표준은 <표 2.4-1>과 같으며 여기에 계획급수대상수량을 곱하면 된다. 기본적인 생활용수이외에 위생.방화 등의 용수량을 고려하면 1호당 하루에 500 l 의 급수계획을 세우는 것이 안전하며, 농산물 가공을 고려하면 용수량은 별도로 추가한다.

총 생활용수량이 결정되면 개간대상지인 구릉지.대지.산지 등에서 필요수량을 확보한다. 용수원은

- (1) 지표수(하천수.호수.저수지),
- (2) 지하수(천층수.심층수.용천수.복류수),
- (3) 천수(직접 이용) 등이 있다.

<표 2.4-1> 계획급수량 (표준)

급 수 종 별		계획단위	1일평균 급수량 (1/인.일)	1일최대 급수량 (1/인.일)	비 고
음 생 활 수 용 수	일반	인구 1인당	100~150	150~225	1일 최대/1일 평균= 1.5 정도
	학교	1인당	35	52	
	여관	숙박 1인당	70	105	
	병원	1인당	250	375	
가 축 사 육 용 수	젖소	1 마리당	150	225	1일 최대/1일 평균= 1.5 정도
	비육우	1 마리당	50	75	
	말	1 마리당	45	67	
	돼지	1 마리당	20~50	30~75	
	양	1 마리당	8	12	
	닭	1 마리당	0.2~1.0	0.3~1.5	
방* 제 용 수	굴	10a 당		500~1,000 l /10a	
	차	10a 당		300~400 l /10a	
	뽕나무	10a 당		100~200 l /10a	
	기타 수원지	10a 당		200~1,000 l /10a	
	하우스 채소	10a 당		300~400 l /10a	
	기타 작물	10a 당		200~500 l /10a	
세 정 용 수	트랙터.트럭	1대당	100	150	
	승용차	1대당	350	525	
	트레일러	1대당	50	75	
	기타	1대당	5	7	
	채소.과실	1대당	적당량	적당량	
육묘용수		10a 당		700~800 l /10a	
관개용수		10a 당		3,000~8,000 l /10a	

주) 급수량은 표준값으로 지역 실정에 따라 증감할 수 있다. * 방제용수 계획 1일 최대급수량은 작물마다의 방제시기. 회수.대상면적을 조합한 다음에 연간의 순별 1일 최대급수량을 구한다.

2.4.2 방제시설

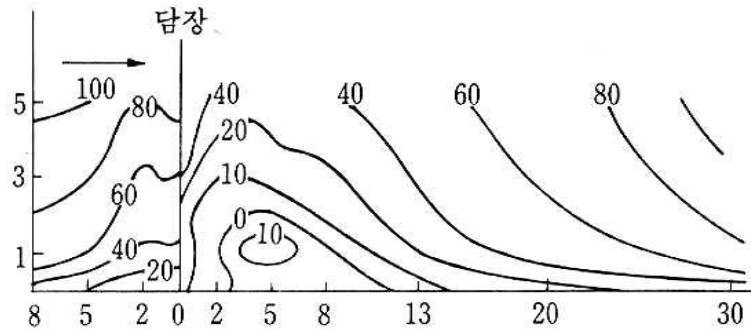
개간지구의 생활과 생산을 유지하고, 지구 내.외의 안전을 위하여 방제시설이 필요하다. 방제시설에는 방풍림.방무림.방조림.토사방지림 등의 방제림과 경사지에 대한 수식방지사설이 있다. 자연지는 식물로 보호를 받고 있기 때문에 폭풍우의 침식을 받더라도 정상침식(normal erosion)이 나타나며, 인위적으로 개간된 토지는 목초 등으로 피복될 때 까지 가속침식(accelerated erosion)이 발생한다. 적절한 보전대책을 세우지 않으면 수식과 풍식으로 작물이 피해를 입게 되며, 경지는 지력을 잃어 파괴되며, 주택과 제반 시설도 위협을 받게 된다.

(1) 방풍림

방풍림은 바람의 파괴작용을 막고 보온작용(1~4℃)을 하는 것으로, 강풍이 부는 해안.하안.산기슭.고원.대지 같은 곳에 조성한 개간지는 바람 때문에 작물.경지.시설 등에 나쁜 피해를 주므로 지구 내외의 보전상 방풍림(wind breaks)이 필요하다. 방풍림을 만들면 경지면적이 줄고 그들이 저서 기존개간지에 신설하기는 매우 어려우므로 사전에 방풍계획을 수립한다.

① 방풍기능

방풍림의 풍상. 풍하에서 소용돌이가 생기면서 풍속이 감소하고 풍향을 상공으로 바꾸는 역할을 하는데, 특히 풍하에서는 높은 곳과 낮은 곳에서 서로 반대방향의 기류가 생기면서 풍속이 없는 풍안이 생긴다. 풍속감소의 효과는 방풍림의 밀도와 풍속에 따라 다르며, 일반적으로 풍상에서 5배, 풍하에서 20배 되는 거리까지 그 영향이 미친다(<그림 2.4-1> 참조).



(거리는 담장높이의 배수, 풍속은 원풍 14m/s의 %를 나타낸다.)

<그림 2.4-1> 방풍담장 부근의 비풍속 분포도

② 방풍림 조성

방풍림은 지대가 평탄하고, 주풍이 5m/s 이상인 토지나 5m/s 이하로 흩이 가벼운 화산회토나 사토로서 건조하기 쉬운 토지, 계절적으로 폭풍이 부는 토지, 냉해의 우려가 있는 고랭지에서는 방풍림을 조성한다.

방풍림의 위치는 방풍기능을 충분히 발휘하면서 농지 피해가 적도록 제방.능선.논두렁.도로.하천부지 등 영농에 적합하지 않은 지대를 이용하며, 방향은 주풍에 직각으로 설치하며 입지조건에 따라 45°까지 설치한다.

방풍효과를 위해서는 주방풍림에 직각으로 부방풍림을 두어 전체가 바둑판 모양을 이루도록 방풍림망을 형성하면 효과적이다. 방풍림대의 길이는 길수록 좋고, 중간에 절단된 곳이나 나무높이의 2배 이상 비어 있으면 풍속이 더해진다. 방풍림대폭은 보통 나무높이의 2~4배, 열수는 3~5열이 적당하다. 주방풍림폭은 20~50m, 부방풍림폭은 10~30m가 표준이다.

방풍림대의 간격은 유효거리로는 나무높이의 25배이나 안전상 20배로 한다. 방풍림은 전체가 하나의 장벽을 형성하면서 나무높이가 높고, 수간이 밀생하면서 가지가 낮게 뻗어 있는 것을 선택한다. 수목열 중에서 중앙은 침엽수, 양 바깥쪽에 활엽수를 중앙부터 연차간격(3~5년)을 두면서 심는 것이 좋으며, 추후 갱신할 때에도 유리하다.

수종은 가) 기후, 풍토에 알맞고, 나) 바람에 대한 저항력이 강하고, 다) 생장이 빠르며, 라) 인공조림과 천연갱신이 잘 되고, 마) 강건하고 수명이 길며, 바) 수간이 밀생하고 가지가 아래까지 붙어 있으며, 사) 연료, 용재 등으로 이용가치가 높아야 한다.

침엽수는 활엽수보다 풍.설해에는 약하나 나무의 높이가 높기 때문에 방풍효과가 큰 것이 많다. 방풍림은 단순림이 아닌 혼효림으로서 침.활엽수와 교목.관목 등을 적당히 혼합하여 조립한다.

이와 관련된 자세한 사항은 KDS 67 70 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지보전편) “농지보전 계획”에 준한다.

(2) 토사방지림

사면붕괴는 지질구조와 관련이 많은데, 같은 기울기의 비탈에서 일어나는 일은 드물고, 비탈이 S자형을 이루고 있는 변곡점 부근에서 블록형 부분이 떨어지는 경우가 많다. 따라서 계류 하천 기슭의 경사지나 산복 요곡부, 경사가 급한 산복으로 S자형의 돌출부는 붕괴되기 쉽다. 경사도 20° 이하와 40° 이상 되는 비탈은 비교적 붕괴가 적고, 30° 내외의 산복에서 많이 일어나므로, 산지나 구릉지를 개간할 때에는 충분히 고려한다.

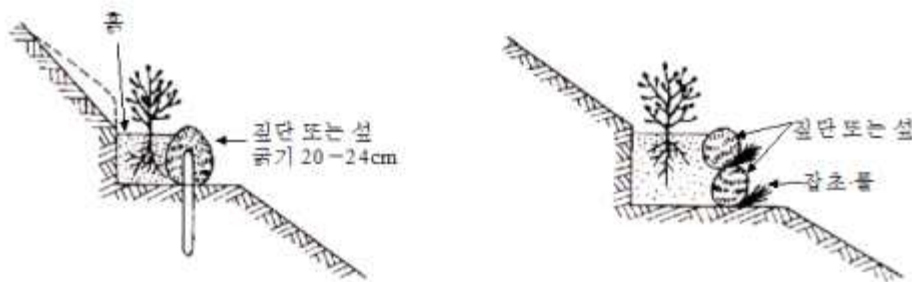
산림은 산지가 붕괴되는 것을 ① 뿌리로 흙을 감싸고, ② 임목 자체의 무게로 지면을 압밀하고, ③ 낙엽부식토로 수식을 방지하고, ④ 뿌리로 기암의 경계를 둘러싸서 보호한다.

토사방지림 조성법 중 산복공사 방법은 다음과 같다.

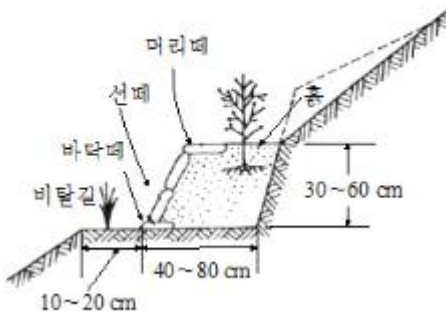
산복의 경사가 완만하면 직접 조림할 수 있으나 25° 이상 되면 산복공사를 한 다음에 조림한다. 산복공사는 지면을 고정시켜 수식과 토사붕괴를 예방한다. 산복에는 불규칙한 요철이 있어 빗물이 낮은 곳으로 집중하여 흐를 때 수식이 발생한다. 이곳은 침식을 받기 쉬우므로 길이 30~40cm, 폭 20~25cm, 두께 3~6cm의 떼잔디를 입혀둔다. 이것을 비탈다듬기(整度工, slope grading works)라 한다. 지반이 연약한 비탈은 짚이나 썬으로 덮고, 횡목으로 누른 다음 말뚝을 박아서 고정시킨다. 이를 썬덮기공, 짚덮기공이라 한다(<그림 2.4-2> 참조).

비탈다듬기를 한 산복은 경사의 완급에 알맞게 등고선에 따라 수직고 1.2 ~ 2.0m마다 폭 0.6 ~ 1.0m의 계단을 만들고, 그 위에 선폐공, 석축공, 편책공과 같이 흙을 모으고 묘목을 심는다. 성토사면에는 근처에서 쉽게 구할 수 있는 재료로 보호한다(<그림 2.4-3> ~ <그림 2.4-5> 참조).

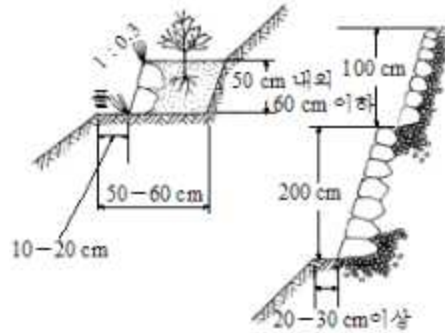
간단한 산복공에서는 비탈다듬기를 한 후 수직고 1m마다 폭 0.5m의 계단을 만들고, 계단 가장자리에 풀이나 칩을 심고, 안쪽에 묘목을 심는데, 이것이 풀 계단공(grass strip-terracing structures)이다(<그림 2.4-6> 참조).



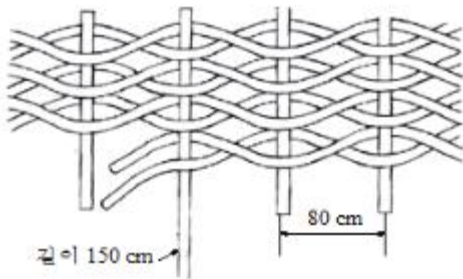
<그림 2.4-2> 짚·돌 덮기



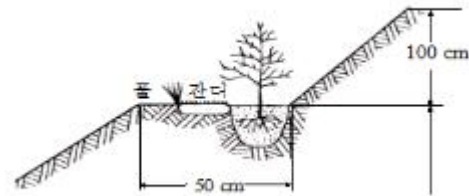
<그림 2.4-3> 선폐공



<그림 2.4-4> 석축공



<그림 2.4-5> 편채공



<그림 2.4-6> 풀 계단공

토사방지림은 기존림을 이용하고 부족분만 보완하는 것이 좋으나, 신설할 경우에는 ① 토지를 빨리 고정시킬 것, ② 발아력이 강할 것, ③ 장래 지상부의 중량으로 균열이 일어나지 않을 것, ④ 건조에 강하며 내구력이 강할 것, ⑤ 지상부에 비하여 나무뿌리의 신장력이 클 것, ⑥ 동해, 병충해, 한해 등에 저항력이 강한 수종을 선택하며, 침엽수보다 활엽수가 좋다.

오리나무류는 번식력이 강하고, 메마른 땅에서도 잘 자라며, 뿌리가 땅 속에서 흙을 고결시키고, 측근은 비탈을 고정시키는 작용이 있으며, 뿌리에서는 근저근의 작용으로 공중질소를 고정시키므로 좋은 수종이다. 소나무는 척박지, 암석지 등에서도 잘 자라나 송충, 소나무혹벌레의 피해가 심하고, 해송은 해안에 알맞다. 초본류는 목본류와 같이 혼파하여 1차적으로 초본류로 지표면을 덮어 표토의 이동을 방지한 후, 2차적으로 목본류를 식생 조성하여 토사의 붕괴를 방지하는 것이 더욱 효과적이다.

(3) 수식방지시설

수식은 강우, 융설, 해빙으로 토립자가 아래로 운반되는 현상으로 빗방울침식, 면상침식, 세류침식, 절리(gully)침식의 네 가지로 구분한다. 환경사지에서는 이토가 가장 침식이 잘 되나 경사가 17°이상이 되면 사질토에서 침식이 크게 나타난다.

수식방지대책에는 농법상의 대책과 공법상의 대책이 있다. 전자는 개간후 지력유지를 위하여 등고선경작과 대상재배를 하는 것이고, 후자는 배수시설, 절리(gully) 안정공, 계단발 조성 등 일련의 토목적인 수단에 의하는 것이다. 이러한 수식방지시설은 유지관리를 소홀히 하면 그

효력을 충분히 발휘하지 못한다.

수식에서 가장 피해규모가 크게 나타나는 걸리(gully)침식에서 걸리(gully)가 유역의 분수계 부근에 나타나면 식물보호대를 조성한다. 유역의 중간 부분에서 걸리(gully)가 발생하여 진행 상태에 있으면 적절한 방지수단이 필요하다.

걸리(gully)를 복구하는 가장 좋은 방법은 걸리 전체나 또는 걸리 앞부분을 식물로 덮는 것이다. 걸리에는 심토가 노출되어 있어 식물생육이 어려우므로 관리에 유의한다. 짙은 다년생 만초로 생육이 좋은 것은 1년에 10m 정도 자라므로, 식재가 불가능한 급경사 사면 등에 침식방지 효과가 있다.

걸리(gully) 부분에 식물을 심어 뿌리가 안정될 때까지는 유출수가 걸리(gully) 부분에 집중하지 않도록 하며, 이를 위해서는 다음과 같은 방법이 있다.

① 유역 안에 강우를 저류하는 방법

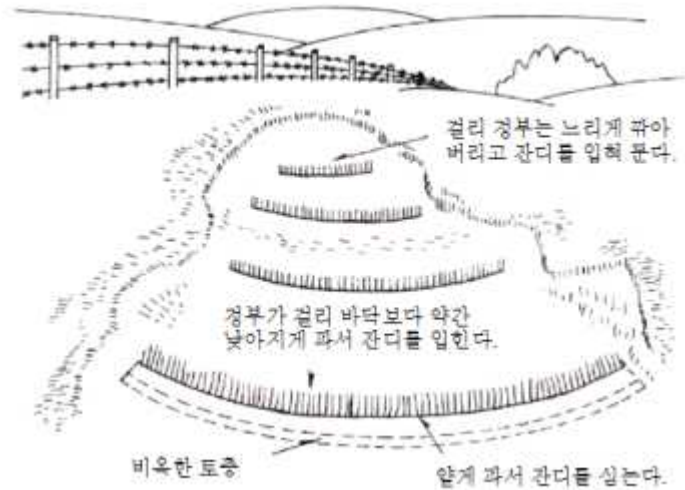
사방보, 소류지 등을 축조하여 유출수를 감소시키고, 간접적으로는 등고선경작, 대상재배 등의 수식방지농법을 채택하거나, 밭을 초지나 산지로 전환한다.

② 걸리(gully)에 유출수가 들어가지 않도록 유향을 바꾸는 방법

앞의 방법을 적용해도 유출수가 생기면 걸리 앞부분에 우수로를 만들고, 우수로 주변에 영년생 식물의 여과대를 만들어서 토사가 우수로에 흘러들어가는 것을 방지한다. 우수로는 위험강우기의 최대유출수를 모두 배수할 수 있는 단면으로 한다. 우수로가 막과기 흙수로 이면 1/100 이하의 기울기로 하며, 걸리 앞부분에서 걸리 깊이의 3배 이상 떨어진 곳에 설치한다.

③ 걸리(gully)에 들어온 유출수를 안전하게 흘려 보내는 방법

식생이나 식생과 구조물을 병용해서 걸리(gully)에 유입해 들어온 물을 안전하게 흘려 보낸다. 식생으로는 수목, 관목, 잔디, 목초 등을 심는다. 걸리의 유로부에는 유로를 횡단하여 2~3m 간격으로 초생대를 만든다. 초생대의 폭은 0.3m 이상으로 취하고, 걸리 양측에 고수위 이상의 높이까지 심는다(<그림 2.4-7>). 불충분할 경우에는 추가로 섯, 말뚝, 철망 등을 사용하여 일시적인 저수보를 설치한다.



<그림 2.4-7> 잔디 저지보

저수보(둑)는 걸리(gully) 앞부분과 유로부의 침식을 방지하여 식물의 생육환경을 좋게 하기 위해 설치한다. 둑은 높이 30cm 정도 되는 작은 것을 계단상으로 많이 만들고, 5~10년에 일어나는 최대유량을 월류시키는 단면으로 한다.

저수보 하류에는 짧은 물받이(apron)공으로 하는 것이 안전하고, 둑의 수명은 3~8년 정도이다. 대규모의 걸리로 유역이 넓으면 돌, 콘크리트, 흙으로 본격적인 구조물을 설치한다. 이와 관련된 자세한 사항은 KDS 67 70 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지보전편) “농지보전 계획”에 준한다.

3. 재료

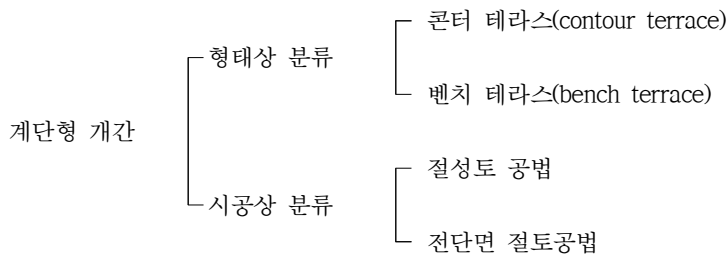
· 내용 없음

4. 설계

4.1 계단형 개간

산지 지역에서는 급경사지가 많아서 개량원지형 개간 또는 계단형 개간으로 조성할 경우가 많다. 일반적으로 토지경사도 15° 이상 되는 경사지의 개간은 토양보전을 피하기 위하여 계단형으로 조성한다. 흙의 이동량이 많아서 조성비가 많이 들고 조성 면적에 비하여 재배면적이 작고 또 농작업의 기계화에 제약을 받기 때문에 영농작물의 종류 및 수익성을 고려하여 조성방법을 결정한다.

4.1.1 분류



① 형태상의 분류

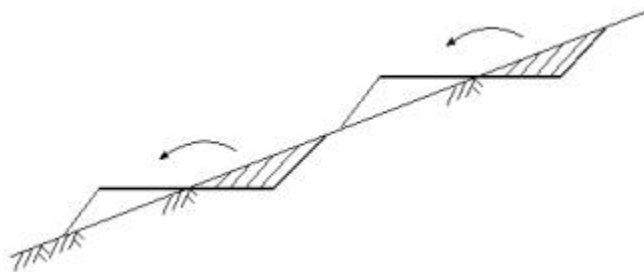
가. 콘터 테라스(contour terrace) : 등고선 모양으로 조성하는 테라스로 원경사도에 의하여 테라스 나비가 증감하고 또 일정한 경사도를 넘어서면 테라스가 끊어지고 경사가 느리게 되면 조각 계단이 조성되기도 한다.

나. 벤치 테라스(bench terrace) : 각 단마다 독립한 계단받으로서 종래 흔히 보는 계단받으로 원경사의 완급에 구애됨이 없이 일정한 나비의 테라스로 조성하며, 개량원지형 개간 공법(경사 완화형)은 이 벤치 테라스를 대형화한 것이라 볼 수 있다.

콘터 테라스가 주로 흙의 횡단유용만으로 기반조성을 하는데 반해 벤치 테라스는 흙의 횡단유용 외에 흙의 종단유용도 따르는 점이 차이가 있다. 실제로 시공할 때는 양자를 병용하는 경우가 많다.

② 시공상의 분류

가. 절.성토공법 : 기반조성을 할 때 동일단면내의 절.성토(횡단유용)를 지구의 상단에서 등고선 상으로 시공하여 흙의 이동을 최소로 하는 공법이다. (<그림 4.1-1> 참조)



<그림 4.1-1> 절.성토공법

나. 전단면 절토공법 : 지구의 최하단은 절.성토 공법으로 기반조성을 하고 상단으로 옮겨서 그 단면의 흙을 전부 절토하여 하단에 떨어뜨린다. 다음에 상단으로 옮겨가서 단면의 절토 전량을 2단에 옮긴다. 이와 같은 방법으로 각 단마다 치환하여 나가는 방법이다 (<그림 4.1-2> 참조).

기반의 안정과 표토를 따로 다루게 되어 경작표토의 조성을 좋게 할 수 있는 좋은 방법이다. 본 공법의 특징은 다음과 같다.

(가) 원경사면에 성토하는 일 없이 모두 절토면에 경토를 얹어두고 있기 때문에 강우로 붕괴할 위험성이 가장 적다.

(나) 경작토의 팽연화와 표토, 심토 및 공기의 혼합으로 토양의 물리적 개량을 촉진한

- 다.
- (다) 과수원에서는 재식 구덩이의 굴착이 쉽다.
- (라) 경작토가 두터워서 보수력이 증감한다.
- (마) 협잡물의 제거가 쉽다.
- (바) 절성토 공법과 비교하면 기반조성에서 절토공과 정지공(경토의 형성)의 두 공정을 거치게 되어 공사비가 증가한다.
- (사) 운전사가 숙련되어야 한다.



<그림 4.1-2> 전단면 절토공법

4.1.2 포장의 형태 결정

포장의 모양은 작물의 종류 배수계획 및 시공기계의 종류 등에 의하여 결정한다.

(1) 작물의 종류에 의한 포장의 형태 결정

표준단면과 원 경사를 고려하여 영농전문가와 협의 후 조성 폭과 조성순서를 결정한다.

(2) 배수 계획에 의한 포장의 형태 결정

① 일시에 배수하는 계획: 배후지에서 유입하는 유입수와 지구 내의 강수를 한데 모아 지구 밖으로 배수하도록 하는데, 테라스는 원지형과 역기울기로 만들어 비탈끝에 승수로를 설치하여 지선배수로, 간선배수로를 거쳐서 지구 밖으로 배수토록 한다. 집중호우 때는 일시적으로 유하하기 때문에 지선 및 간선배수로 단면을 크게 만들어야 한다.

② 유출시간을 늦추는 배수계획: 유입수와 지구 내 강수를 한곳으로 집중시키지 않고 지구 내 강수는 각각 전 지면과 사면에 유하시켜서 그 동안에 보수시켜 일시에 지구 밖으로 배수시키는 일 없이 유출시간을 늦추는 것으로 테라스는 원경사에 순기울기가 되게 만든다.

(3) 시공기계에 의한 포장의 형태결정

① 소형기계 (7톤 급): 영농형태상 작은 나비로 만들기 때문에 소형기계를 사용할 경우 경토질 흙, 자갈, 근주 등의 영향을 받기 쉬워서 시공상 매우 곤란을 받으며 시공손실이 상당히 생긴다.

- ② 중형기계 (11톤 급) : 기계의 작업 폭, 출력 안정도 등으로 보아 테라스의 나비, 절토량 및 경사 등이 알맞아서 가장 좋다.
- ③ 대형기계 (18톤 급) : 큰 단면(폭 5m 이상)의 조성에는 알맞으나 계단형 개간공법에는 잘 쓰지 않는다. 시공 장소가 산간부에 한정되어 기계를 도입하는데 도로장해가 많다.

4.1.3 토공의 시공한계

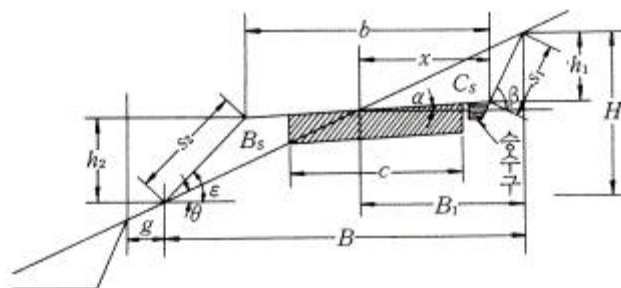
절성토 공법의 조성 기울기는 순기울기로 5° 까지 가능하나 3° 정도가 알맞으며, 5° 이상일 경우에는 시공을 할 때 현재 사면상의 성토부분을 발판으로 하여야 하기 때문에 위험성이 따른다. 전단면 절토공법에서는 현재 사면의 성토위에서 작업하는 일이 없어서 전자보다 위험성은 적으나 7° 이상은 곤란하다. 현재 경사와 관련되는 위험성으로 시공한계를 결정하면 다음 표와 같다.

<표 4.1-1> 토지경사별 시공한계

토지경사	절성토 공법	전단면 절토공법
15~25°	시공용이	시공용이
25~28°	약간 곤란하나 시공가능	약간 곤란하나 시공가능
28~30°	약간 곤란하나 시공가능	숙련을 요하고 부분적으로 불가능한 곳이 생긴다.
30° 이상	숙련을 요하고 영농상 문제가 많아 부득이한 경우가 아니면 계획하지 않음.	계획하지 않음.

4.1.4 계단발의 표준단면

계단발은 ① 재배작물과 재배관리, ② 토양보전, ③ 시공기계의 종류 등을 감안하여 결정하는데 <그림 4.1-3>은 계단발의 표준단면이다. 등고선에 따라서 조성하는 계단발(콘터테라스)에서는 원경사 θ 에 따라서 전면폭 b 가 변화하는데 절토층 C_s 와 성토층 B_s 가 같은 경우를 예로 계단발의 제원을 계산한 결과는 <표 4.1-2>와 같다.



<그림 4.1-3> 계단발의 표준단면

b : 전면폭 α : 전면경사도

- B : 계단폭
- B_1 : 절토폭
- h_1 : 절토고
- h_2 : 성토고
- H : 계단고
- g : 초생대폭
- S_1 : 절토사면 길이
- S_2 : 성토사면 길이
- C : 경지폭
- Θ : 원경사도
- β : 절토사면 경사도
- ε : 성토사면 경사도
- C_s : 절토량
- B_s : 성토량
- x : 중심점에서 상단 비탈
- B_1 : 중심점에서 상단 비탈
- 머리까지의 거리
- 머리까지의 거리

<표 4.1-2> 원경사별 계단발 단면 제원

Θ °	x	$C_s=(B_s)$	B_1	$B-B_1$	h_1	h_2	S_1	S_2	H
15.0	0.515b	0.0347b2	0.569b	0.604b	0.107b	0.119b	0.120b	0.168b	0.314b
17.5	0.520b	0.0458b2	0.590b	0.640b	0.141b	0.159b	0.158b	0.225b	0.388b
20.0	0.526b	0.0586b2	0.614b	0.681b	0.207b	0.207b	0.199b	0.293b	0.491b
22.5	0.532b	0.0663b2	0.642b	0.729b	0.219b	0.261b	0.145b	0.369b	0.568b
25.0	0.538b	0.0907b2	0.671b	0.790b	0.266b	0.328b	0.297b	0.464b	0.681b
27.5	0.548b	0.1132b2	0.711b	0.860b	0.325b	0.408b	0.363b	0.577b	0.823b
30.5	0.559b	0.1416b2	0.751b	0.952b	0.384b	0.511b	0.439b	0.723b	0.984b

주) $\alpha = 5^\circ$, $\beta = 63^\circ 26'$ ($\tan \beta = 2$), $\varepsilon = 45^\circ$

(1) 전면 경사도 (α)

조성 기율기라고도 하는데 토질, 강우강도, 시공 및 영농용 기계, 계단고 등을 고려하여 결정한다. 일반적으로 8° 이내의 순기율기로 만드는 경우가 많다. 강수를 단시간에 배제할 목적으로 산쪽으로 경사지는 역기율기로 하기도 하나 다루는 토양이 많고 큰 단면의 배수로를 필요로 할 뿐 아니라 승수로의 배수능력을 넘는 강우가 아니면 절토부가 과포화되어 붕괴할 위험이 따르기 때문에 주의하여야 한다.

(2) 전면 폭 (b)

테라스 나비라고도 한다. 재배작물, 영농기계, 시공기계 등에 따라 결정된다. 과수원일 경우에는 성장후 수관의 크기를 추정하여 이것에 관리 작업상 필요한 통행폭을 감안하여 결정하는데 최소한 수관 직경에다 0.5m를 가산한 폭이 필요하다.

(3) 사면경사도 (ε , β)

성토, 절토의 사면기율기는 토질에 따라 사면의 안정을 유지할 수 있도록 결정한다. 토질 시험에 의한 상세한 값을 기본으로 원호활동면법으로 이론적인 산출을 하는 방법도 있으나, 개간 공사의 실태에서 볼 때, 경험적 값을 사용해도 지장이 없다. 토양에 의한 일반적인 기준은 <표 4.1-3>과 같다.

<표 4.1-3> 사면의 경사기준

토 양	절토기울기 (β)	성토기울기 (ε)
화강암질	1 : 1.0	1 : 1.0~1.5
고생층질	1 : 0.5~1.0	1 : 0.8~1.0
안산암질	1 : 0.3~0.5	1 : 0.8~1.0

주) 성토 높이는 1.5m 이내로 하고, 부득이한 경우라도 2.0m를 한도로 한다.

(4) 계단밭의 길이와 종단기울기

포장의 장변은 관리 작업 기계의 운행상 길수록 좋으나 기계의 도입이 어려울 경우에는 너무 길면 수확물의 반출 등이 불편하다. 또 장변의 길이가 증가할수록 승수둑의 단면도 크게 되기 때문에 100~200m 정도로 하는 것이 보통이다. 전단의 종단기울기는 배수를 고려하여 중앙을 높게 만들고 좌우는 1/150~1/200의 기울기를 만든다.

4.1.5 경토면의 조성 및 기울기

(1) 경토면의 경사 기울기 (θ)

토성과 작물에 따라 다르나 기울기 (θ)가 클수록 안기장(1)이 길어서 재배면적이 크고 추가 토양이 적으므로 조성비도 싸게 할 수 있다. 그러나 기울기가 크면 그만큼 침식방지 효과가 감소되며 기계시공이 곤란하므로 영농에 출력과 기계력을 이용할 수 있게끔 $\theta = 3\sim 5^\circ$ 로 하고 최대 8° 이하로 하는 것이 좋다. 일반적으로 경토면의 기울기는 6° 이하가 좋고 $3\sim 5^\circ$ 가 가장 좋으며 수평으로 만들 필요는 없다. 반면 10° 이상이 되면 토양이나 비료가 유실되기 쉬우므로 계단밭은 사면경작과 크게 차이는 없다.

(2) 계단비탈의 경사각 (P)

계단비탈의 기울기가 급할수록 경작토 면의 넓이는 늘어나나 붕괴될 위험도 커진다. 그러므로 흙의 안식각 이내로 시공하는 것이 좋으나 경토 면적이 많이 줄어들기 때문에 실제 비탈면은 잔디로 보호하여 흙의 안식각 이내로 시공하지 않는다. 비탈기울기, 원경사도, 계단폭에 대한 비탈면과 경작면이 차지하는 나비는 <표 4.1-4>와 같다.

<표 4.1-4> 원경사도 비탈기울기 계단폭에 대한 비탈면과 경작면폭 (경작면이 수평인 경우)

비탈기울기 원경사도(°)	50°				60°				70°			
	계단폭 27m		계단폭 36m		계단폭 27m		계단폭 36m		계단폭 27m		계단폭 36m	
	비탈면폭	경작면폭	비탈면폭	경작면폭	비탈면폭	경작면폭	비탈면폭	경작면폭	비탈면폭	경작면폭	비탈면폭	경작면폭
12	7.5m	22.2m	9.9m	29.7m	6.6m	23.7m	8.7m	31.5m	6.0m	24.9m	8.1m	33.3m
14	8.7	21.3	11.7	28.5	7.8	23.1	10.5	30.9	7.2	24.6	9.6	32.7
16	10.2	20.4	13.5	27.3	9.0	22.5	12.0	30.0	8.4	24.3	11.1	32.4
18	11.4	19.5	15.3	26.1	10.2	21.9	13.5	29.4	9.3	23.7	12.6	31.8
20	12.9	28.9	17.1	24.9	11.4	21.3	15.0	28.5	10.5	23.4	14.1	31.2
22	13.1	18.0	18.9	23.7	12.6	20.7	16.8	27.6	11.7	23.1	15.6	30.6
24	15.6	16.8	21.0	22.5	13.8	20.1	18.6	26.7	12.9	22.5	17.1	30.3
26	17.1	15.9	22.8	21.3	15.3	19.5	20.4	25.8	14.1	22.2	18.6	29.7
28	18.6	15.0	24.9	19.8	16.5	18.6	22.2	24.9	15.3	21.9	20.4	29.1
30	20.4	13.8	27.0	18.6	18.0	18.0	24.0	24.0	16.5	21.3	22.2	28.5

비탈면에 잔디를 심는 대신 다년생 목초나 사료, 비료목을 심도록 하면 β를 무리하게 만들지 않아도 좋다. 비탈기울기의 한계는 <표 4.1-5>와 같이 절토면은 60~65°, 성토면은 50~55°로 하고, 목초비탈면이면 35~45°, 석축은 75°로 하는 것이 일반적인 한계이다.

<표 4.1-5> 계단밭의 비탈기울기

경사도(°)	수직거리	수평거리	기울기
75	1	0.27	1 / 0.27 석축
70	〃	0.36	1 / 0.36 〃
65	〃	0.47	1 / 0.47 절취면
60	〃	0.58	1 / 0.58 〃
55	〃	0.70	1 / 0.70 성토면
50	〃	0.84	1 / 0.84 〃
45	〃	1.00	1 / 1.00 목초성토면
40	〃	1.40	1 / 1.40 〃
34	〃	1.50	1 / 1.50 〃

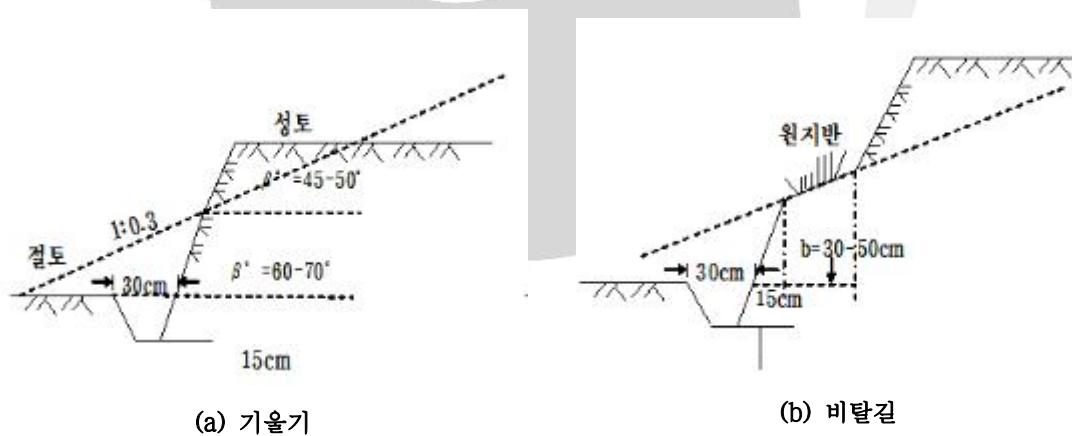
계단밭의 토공방법은 기준틀을 짜고 그 사이에 줄을 쳐서 설계 크기로 시공한다. 흙은 굴착하면 일반적으로 용적이 늘어나지만 공사 중의 압축, 준공 후의 수축, 침하 등으로 인해 당초 용적보다 감소되므로 성토할 때 미리 소정의 단면보다 높이 및 폭을 약간 크게 할 필요가 있다. 이것을 더돋기(extra banking)라 한다. 더돋기 양은 지반, 성토토질, 성토높이에 따라 가감하는데 대체적인 표준은 높이의 10% 정도를 더 돋는다. 각종 토질에 따른 표준은 <표 4.1-6>과 같다.

<표 4.1-6> 더듬기

종 별	u	h
자 갈	H / 40	H / 40
모 래	H / 15	H / 23
보통토	H / 9	H / 24
점 토	H / 8	H / 12

돌을 쉽사리 얻을 수 있는 곳이면 석축이 좋으나, 최근에는 대부분 녹색공간의 조성을 많이 하므로 식생공이 가장 좋은 방법이라 할 수 있다. 근래에는 식생 종자를 대량으로 취급하는 종자 뽑기공을 많이 사용한다. 종자뽑기 방법에는 세 가지 방법이 있으며, 압축공기에 의한 종자뽑기공(모르터 건 : mortar gun), 수공에 의한 종자뽑기공(하이드로시더 : hydroseeder), 멀치 스프레더(mulch spreader) 방법이 있다.

계단발을 만들고 나서 절토가 어느 정도 다져지거나 비탈면에 초목이 무성하여 보호 작용을 할 때까지는 토양 침식의 우려가 있으므로 거친 토양 조건에서 <그림 4.1-4(a)>와 같이 비탈의 성토부분을 절토 부분보다 느리게 하거나 <그림 4.1-4(b)>와 같이 비탈중간에 원지반의 일부를 30~50cm 정도 남겨 두어서 비탈길로 이용하는 특수형도 좋은 방법이다. 때로는 비탈머리에 소일시멘트 (soil cement)를 시공하거나 석회를 섞어 이겨서 이화토를 만들어 보호하기도 한다.



<그림 4.1-4> 계단 비탈면

(3) 계단높이(h)와 계단폭(l)

원지형이 급하면 계단높이가 높아지고 안기장이 짧아진다. 계단높이가 커지면 상하 계단면과의 연결이 불편하고 호우에 무너질 우려가 있으므로 되도록 낮은 것이 좋고 흙비탈일 경우 1.5m 석재이면 2m를 한도로 한다. 계단폭(l)은 영농상 최소한 3m는 필요하고 불도우저로 계단발을 시공할 때도 3m 이하는 능률이 떨어져서 좋지 않다.

(4) 배수구

비탈면에 흘러내리는 빗물을 처리하기 위하여 계단의 비탈끝에 폭 30cm, 깊이 15cm 정도의 배수구를 만들고 다시 이 배수구의 물을 받아 아래로 배수하기 위하여 등고선에 직각으로 약 100m 간격의 배수지선을 배치한다. 실제로 경작도로에 접해서 설치되는 경우가 많다. 배수지선은 일반적으로 급기울기로 만들어야 하기 때문에 수로저면이 매우 심하게 세굴된다. 낙차공이나 장식공 또는 초생수로 호안공사 같은 것을 만들어 보호해야 한다. 승수로나 배수로의 단면결정은 기준우량으로 5~10년에 1회 정도 발생할 것으로 예상되는 10분간 최대우량을 취하고 초생수로의 허용유속은 1~2m/s 이내로 한다.

승수로나 배수로에 군데군데 수조를 만들어 두면 필요에 따라 관개수나 소독용수로 이용할 수 있다. 배수로는 강우가 없을 때 농도로 이용하도록 하는 것도 좋다. 개간밭의 독간배수는 등고선 두둑이 작은 배수구에 접하는 부분 1~2m를 등고선보다 조금 아래로 굽혀서 독고랑에 기울기를 붙여두면 독간 과잉수를 작은 배수로에 쉽게 뽑아낼 수 있기 때문에 걸리(gully) 침식을 막을 수 있다. 이 목초대는 축우나 기계의 회전 장소로 편리하게 이용할 수 있다. 목초는 라디노 클로버와 같이 단초형(短草型)의 포복성(匍匐性)을 가진 목초가 좋다.

4.1.6 배수로 계획

(1) 일시에 배수하는 계획

배후지에서 유입하는 유입수를 지구 내 강수와 한꺼번에 배수할 경우, 각 테라스의 비탈 끝에 승수둑을 등고선과 직각 방향으로 설치하여 경작 도로측구를 지선 배수로로 겸용시키고 지구 내 최하단에 간선 배수로를 두어서 지구 밖으로 배제한다. 때로는 지구의 계곡부를 현재대로 보존하여 자연 배수대로 하여 지선배수로 또는 간선 배수로의 기능을 갖도록 한다. 승수로의 단면은 윗나비 0.5m, 깊이 0.2~0.3m 정도의 막파기 수로로 만든다. 지선배수로, 간선 배수로의 단면과 간격은 집수량에 알맞도록 결정한다.

(2) 유출시간을 늦추는 배수계획

유입수 및 지구내의 강수를 일시에 배제하지 않고 배수시간을 늦추어 분산시킬 경우로 각 테라스에 승수둑을 설치하지 않고 지선배수로(경작도로 측구, 자연 배수대와 겸용일 경우도 있음)와 간선배수로로 배수한다. 지구내 강우 및 배후지에서 유입수를 모으는 간선 배수로는 집수면적이 여러개로 되어 지표수 유하 중에 지표작용이 현저하게 나타나며 유역 중에 침수성이 큰 부분이 있을 것으로 보아 배수량 설계는 10년빈도 확률홍수량을 배제하여야 한다. 이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 20 30 용배수로 설계기준에 준한다.

4.2 원지형 개간

지형상 원지형 그대로 개간하는 것이 기술적으로 매우 곤란하거나 토양 보전상 좋지 않다고 생각되는 지대를 제외하고 이 개간방법에 의하면 조성면적에 비하여 재배면적 비율이 높고 절.성토에 따른 흙을 이동하지 않기 때문에 다른 개간 방법에 비하여 조성비가 적은 이점이 있어 널리 적용되고 있다.

일반적으로 토지 경사도 15° 이하의 경우에 적용하고 있으나 초지 조성사업이 확대되는데 따라

조성 후에 지표가 식생으로 파괴되어서 토양 보전에 염려가 없는 경우에는 15° 이상의 급경사지에서도 방목지로 조성한다.

원지형 개간의 계획 포장 배치는 ① 구획 분할을 결정하는 포장계획, ② 토양, 토성, 토층의 개량계획, ③ 지구 내의 도로배치계획, ④ 발판개 및 연료수, 잡용수 계획, ⑤ 배수지로부터의 유입수 및 지구 내 강우에 대한 배수계획 등을 고려하여 결정한다.

4.2.1 포장의 구획

토지이용구분에서 정한 영농조건을 만족시키는 면적을 가지고, 농기계의 작업능률을 높이기 위하여 장단변의 비가 큰(4:1) 장방형이 좋다. 그런데 개간지는 대개 뿌리뽑기작업이 따르게 되어 배근선의 위치, 즉 근주의 경제적 운반거리에 따라 구획분할이 결정되는 수가 많다. 또 경사지에서는 일반적으로 등고선 재배를 전제로 구획분할을 하게 되는데, 경사 8° 이하는 등고선에 평행하게 얇은 승수로 설치하는 것 이외에는 평지와 같이 취급할 수 있다. 경사도 8° 이상으로 토양 보전. 등고선경작을 해야 할 경우에는 이것을 고려하여 구획의 방향을 정하고, 영농수단에 따라 도입되는 작업기의 운행. 암거배수. 심토파쇄 등이 시공에 지장이 생기지 않는가를 충분히 검토한 다음에 결정해야 한다.

4.2.2 토양, 토성, 토층의 개량

토지분류. 토양조사 등에 의하여 작물생육에 저해되는 요인이 있다고 인정된 경우에는, 토양개량제로서 석회. 인산비료 등을 치환산도. 인산흡수계수 등의 시험성적에 따라 살포한다. 또, 필요에 따라서는 암거배수. 심토파쇄. 객토 등의 토층개량도 실시한다.

4.2.3 지구 내 도로의 배치

재배작물의 종류, 관리용 기계 등에 따라 다르나 포장 내 어느 지점에서나 50m 정도에서 도로에 나갈 수 있도록 노선밀도(대체적인 표준은 200~250m/ha)를 정한다. 지구 내 도로망의 배치는 개설도로의 위치, 신설노선의 선형 및 종단 기울기를 고려하여 정하고 나비는 통행차량의 종류에 의하여 결정한다.

이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 30 30 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농어촌도로편) “계획”에 준한다.

4.2.4 용.배수로의 배치

관개방법이 살수관개 또는 고랑관개에 따라 전면의 정지 정도가 달라지므로 사전에 미리 관개방법을 결정해 두어야 한다. 배수로는 지구 안 뿐 아니라 배후지의 유입수도 배수할 수 있는 단면이어야 하고, 그 배치는 일반적으로 도로의 양측구를 최대한 이용하게 되며, 도로망에 준하는 수로망을 형성하는 경우가 많으므로 용수계획과 배수계획은 KDS 67 40 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편:논관개)“계획”, KDS 67 40 50 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농지관개편:발판개)“계획” 그리고 KDS 67 45 20 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농

지배수편)“계획”을 참고하여 결정한다.

4.3 사면형 개간

영농기계의 운영을 위하여 나비 2m 정도의 경작로를 배치하고 간선도로, 지선도로, 경작로를 유기적으로 연결하여 일관된 기계운행 체계가 가능하도록 배치한다. 형식적으로는 종래의 계단형 개간에서의 테라스 면을 경작도로 하고 사면에 재배하는 것이고, 조성 기술면으로는 전단면 절토 방식 계단형 개간 또는 개량 원지형 개간에 의한 변형이라 할 수 있다.

사면형은 <그림 4.3-1>처럼 전체 모양은 계단밭과 닮았으나 사면을 재배대상으로 하고 테라스 면을 경작도로로 이용하여 관리작업 기계를 운행하는 것으로 토지의 효율적인 이용과 기계화 영농에 관한 계단밭의 단점을 보완하는 방식이다. 단 밭면이 경사지고 조성 기울기는 일반적으로 원경사보다 급하게 되므로 경사 전체의 초생에 의한 토양침식 방지를 할 수 있는 과수원지 조성에 한정된다. 원경사 15~25°정도에 적용되는 방식이다.



<그림 4.3-1> 사면형 개간공법

사면전의 장점은 다음과 같다.

- (1) 토지 이용률이 높다.
- (2) 기계화 영농에 적응성이 높다.
- (3) 급경사지의 기계에 의한 심경이 가능하다.

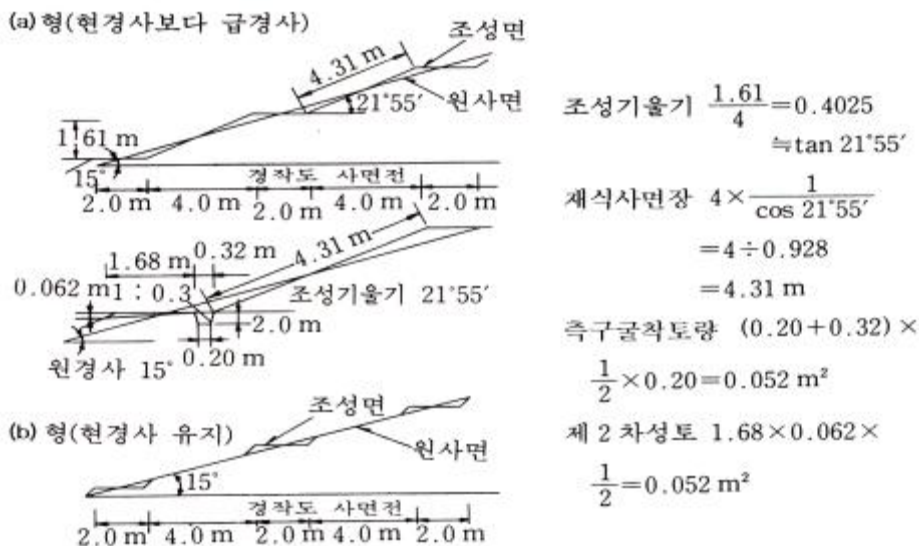
이 공법은 밭면이 경사면이어서 수식(水蝕)을 받기 쉬우므로 사면 전체를 초생으로 피복하여 침식을 방지할 수 있는 수원지(樹園地)에 한정된다.

사면형 개간의 계획은 ① 영농기계를 효율적으로 작동할 수 있는 도로배치, ② 강우로 발생하는 지표수, 용수의 배수처리 및 토양보전, ③ 조성하기 위한 공정계획, ④ 밭관개, 방제용수의 시설배치 등을 염두에 두고 설정해야 한다.

4.3.1 포장계획

- (1) 재식나비의 결정 : 과수의 종류, 작업기 운반기계의 기종, 규격, 밀식계획, 간벌계획, 영구적인 나무의 정지, 정지방식에 따라 다르나 일반적으로 사과는 7~8m 정도이다. 현재 경사가 급할 경우에는 재식부를 넓히는 것이 조성 기울기가 완만하게 되어 적과(摘果), 시비 등 인력작업을 편하게 할 수 있다. 일반적으로 조성 기울기는 30°정도에서 재식부를 결정한다. 재식 폭은

- 한 포장 안에서 표준 경사도를 정하여 표준 폭을 설정하며, 포장 내에서 경사도가 바뀌는 부분은 재식폭을 적당히 선택하여 경작로의 종단기울기가 균일하게 되도록 만든다. 또 경사도가 매우 느린 부분에서 재식 폭이 표준에 비하여 2배 이상으로 확대되는 부분에서는 사이에 경작로를 배치하여 2차 사면 받을 조성한다.
- (2) 경작로 : 경작로는 원경사가 20° 이하이면 트랙터나 소형 트럭이 통행할 수 있도록 2.0m 정도의 폭을 취한다. 경작로의 측구, 즉 승수로(承水溝)는 저폭 0.3m, 깊이 0.3m, 사면 기울기 1:0.3 정도로 만들어 단면으로 소정의 수량을 배제할 수 있게 종단기울기를 1/30~1/50로 정하며, 횡단기울기는 5°이내가 되게 만든다.
 - (3) 배수로 : 경작로 측구를 원지형의 오목한 부분 또는 연장 100m 정도에서 집수하여 등고선에 직각방향으로 설치한다. 이 종단배수로는 당초 식생에 의한 배수대, 현장 채취 돌 또는 콘크리트 제품으로 포장한다. 이 종단수로 방식으로 배수처리를 하면 상하방향으로 설치하는 지선수로의 측구는 필요없게 되어 지선수로와 경작로의 연결이 용이하다.
 - (4) 토양보존 : 사면전의 조성 기울기는 원지형개간이나 개랑 원지형 개간에 비하여 급경사로 되기 때문에 토양보존에 특별히 주의한다. 받면은 물론 경작로를 포함하여 받면을 초생으로 피복한다. 잡초의 자연 번식을 기다리는 경우 침식을 받을 우려가 있으므로 목초, 야초의 파종 및 짚깔이를 한다.
 - (5) 표준단면도 : <그림 4.3-2(a)>는 비탈면을 조성 기울기로 수정하여 전혀 경작로의 둑이 없는데 <그림 4.3-2(b)>는 경작로의 절단토로 둑이 생겨서 원경사도가 급할수록 길게 되어 있으며, 또 계단 높이가 생겨서 살포각도에 미치지 못하는 부분이 생기는 단점이 있으므로 일반적으로 <그림 4.3-2(a)>의 방식이 좋다.



<그림 4.3-2> 경작도형 사면전의 표준단면도

- (6) 방제용 수조시설 : 고속 살포기를 운행할 때 탱크차를 수반하여 방제용수를 급수하기도 하나 경사지에서는 이 방법이 매우 비효율적이다. 방제효율을 높이기 위하여 경작로 200~300m마

다 1m³정도의 수조를 설치하여 배관으로 수원에서 수조에 급수하여 이 수조로부터 고속살포기의 자급펌프로 보급하는 방식으로 한다. 방제 필요수량은 1회당 500 l/10a 이다. 이에 대한 자세한 내용은 KDS 67 50 15 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 경지정리편)“계획”에 준한다.

4.3.2 도로계획

사면밭을 관리하기 위한 영농기계의 통행을 원활하게 하기 위하여 폭 2m 정도의 경작도를 재식조열(栽植條列)마다 배치하고, 간선농도.지선농도.경작도를 유기적으로 연계하여 일관된 기계운행체계가 원활하게 유통될 수 있도록 계획한다.

경작지, 과수원의 도로밀도는 원경사.작업체계.조원형태 등에 따라 변화하는데, 현재의 기계화작업 실태를 살펴볼 때 경작도 예정지에도 과수를 심어 이 곳을 일시적으로 이용하고 있어서 경작도는 5~6수열에 1줄씩 만들어져 있다.

그러나 영농상 포구를 둘러싸는 지선농도망은 불가결한 것이어서 이를 포함한 필요 최저도로밀도는 300~430m/ha이다. 각 작업체계에 적합한 도로밀도는 아래 표와 같다.

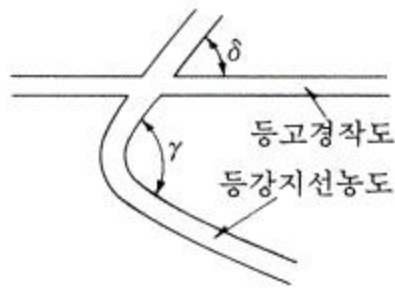
<표 4.3-1> 작업체계에 적합한 도로밀도

작업체계	도로구분	폭(m)	도로밀도(m/ha)
A, B형 0~10°	지선농도	4.0	300~350
	작업기통로	2.0	1,400
A, B형 10~20°	지선농도	4.0	320~380
	경 작 도	2.0	1,400
C, D형 20~25°	지선농도	4.0	380~430
	경 작 도	1.0	1,400
E형 20~25°	지선농도	4.0	380~430
	경 작 도	0.3 ~ 0.7	1,400

주) 경작도는 각 수열마다 축조한다.

경사진 밭은 특히 간선농도.지선농도.경작도가 일관적으로 체계있게 짜여서 기계운행이 원활해야 한다. 일반적으로 경사지(8°이상)에서 경사방향과 경사도가 농도의 배치를 강하게 규제하여 급경사지에서는 지선농도를 그 종단기울기의 허용한계 내로 유지하기 위하여 경사면을 좌우로 S자를 그리도록 배치해야 한다. 그러면서도 지선농도의 폭은 공사비의 절감, 토지이용도의 제약으로 좁은 것이 보통이어서 지선농도와 경작도의 교각을 크게 만들어야 기계의 출입이 원활하게 된다(<그림 4.3-3> 참조).

<그림 4.3-4>는 농도배치와 운행순서의 한 예이다. 지선농도의 곡률반경.종단기울기 등은 작업기의 선회반경.등판각도.횡전각도(橫轉角度) 등에 의하여 결정하는데, 다음의 3형식이 기본적인 도로배치법이다.



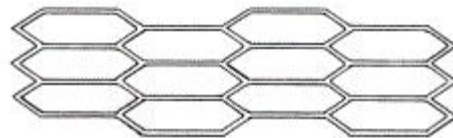
<그림 4.3-3> 농도의 교각

(1) 귀갑방식

등강지선농도(중단기울기 β)의 뇌광부의 굴절각도 γ 및 등강지선농도의 등고경작도(또는 등고지선농도)의 교각 δ 는 원경사각 α 가 클수록, 또는 β 가 작을수록 작게 된다(<그림 4.3-4> 참조). 그리하여 γ 와 δ 가 작게 될수록 차바퀴의 선회가 곤란하게 되므로 교차각이 적어도 120° 이상 되어야 한다.

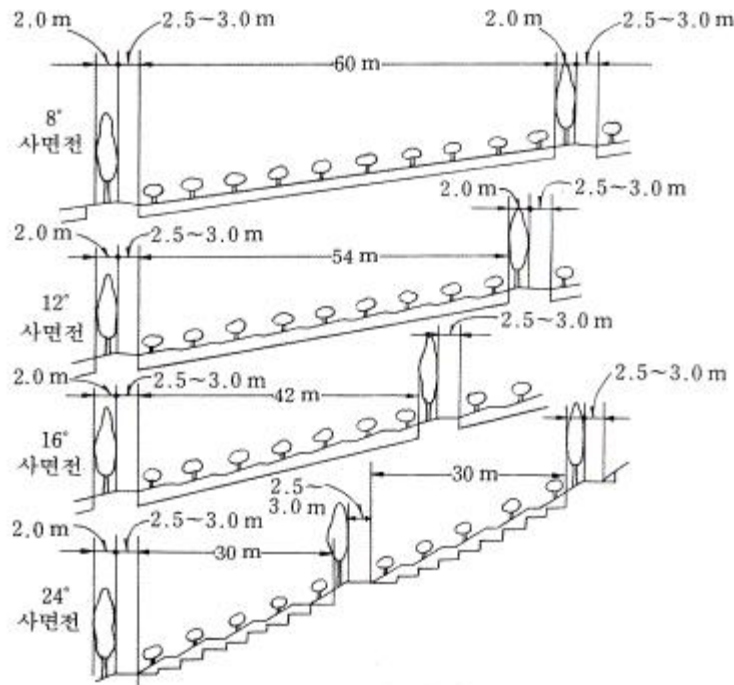


(a) 귀갑형 도로배치



(b) 뇌광형 도로

<그림 4.3-4> 뇌광형 도로



<그림 4.3-5> 원경사도별 사면전 횡단배치도

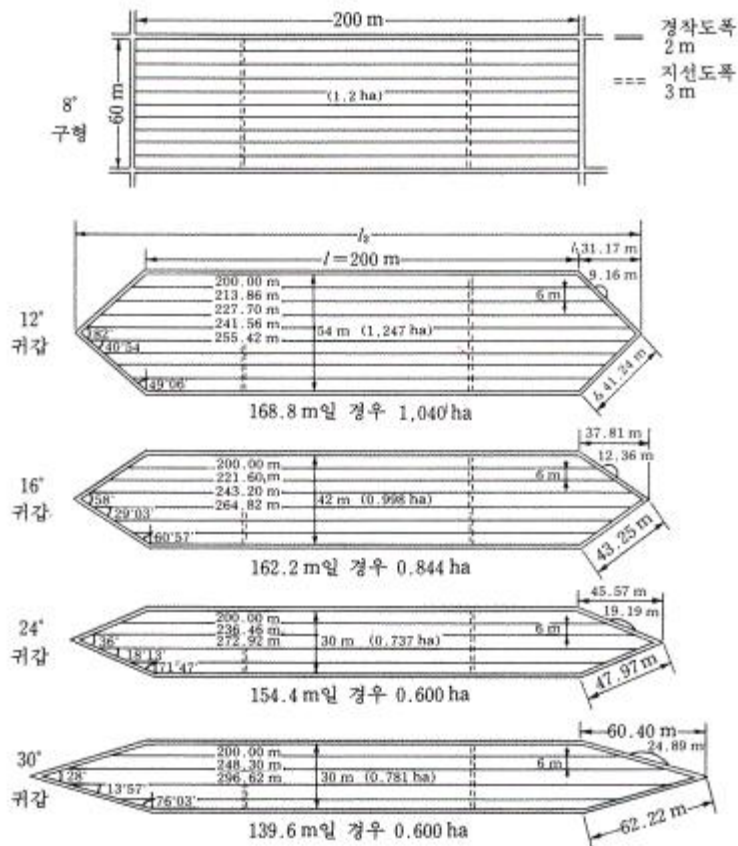
경작도형 사면밭(작업체계 A, B형)의 등강지선농도 굴곡부를 좌우대칭으로 배치하고, 이것을 등고지선농도와 연결해서 지선농도로 둘러싸인 포구 내에 우수초의 경작도를 설치하여 등강지선농도와 경작도 사이를 출입할 때 쉽게 선회하면서 순회경로를 거쳐 재배관리작업을 하게 된다. 즉, <그림 4.3-4(a)>에서 ① → ①' → ② → ②' 는 그 경로를 표시한 것이다. 순회주행에서 등강지선농도의 주행은 농작업에 무효주행에 해당하며, 다만 경작도를 둔각으로 출입하는 데 필요한 주행이다.

따라서, 그 비율은 귀갑형포구의 장변을 길게 만들수록 감소시킬 수 있다. 그런데 장변이 길게 되면 포구면적이 늘어나므로 농가의 경영면적이 작을 경우에는 농지분배상 문제가 생긴다. 한 귀갑단위의 포구를 상하좌우로 연결시키면 등강지선농도가 뇌광형이 되어 대항하는 뇌광형의 정점을 횡방향으로 맺는 지선농도가 만들어진다(<그림 4.3-4(b)> 참조).

뇌광형 농도의 순회주행에서 등강농도의 굴절부만으로는 교차각이 90° 이하로 되어 차량의 선회가 어렵다. 그러므로 이 부분은 충분히 여유를 준 곡률선형으로 설정할 필요가 있다. 뇌광형의 회전반경은 최소 3.5m만 있으면 스피드 스프레이어의 통행이 가능한데, 10m를 확보할 수 있으면 대형 일반차량도 통행이 가능하다.

중단기울기는 도로의 성능상 1/10 이내로 좋으나, 노선연장이 길어져서 무효주행거리가 증가하므로 최대 1/7(약 8°) 이하로 하되 지형상황에 따라 되도록 느리게 해야 한다. 지선도로 폭은 3.0 m 정도 있으면 충분하다.

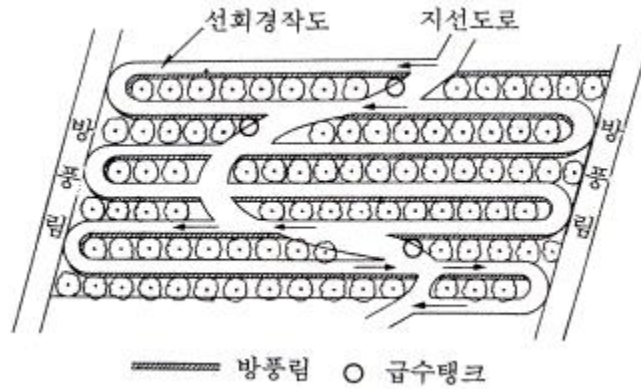
다음은 각종 경사도에 따른 귀갑형의 배치도를 나타낸 것이다(<그림 4.3-6> 참조).



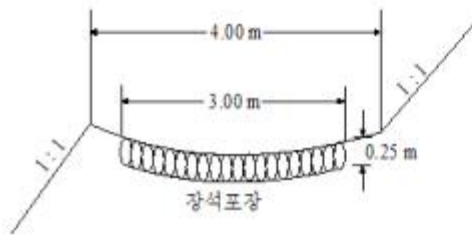
<그림 4.3-6> 원경사도에 대응한 경작도 배치

(2) 양단회전방식

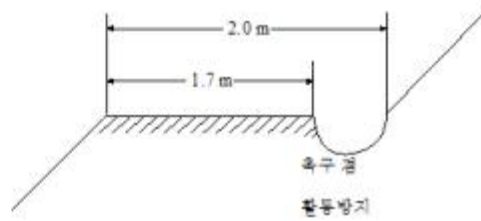
양단회전방식의 경우에는 <그림 4.3-7>과 같이 경사면 밑에 2m로 설치한 경작도의 양단부에서 상하의 경작도를 곡선으로 연결하여 최상부의 경작도에서 최하부의 경작도까지 S자로 연결하고, 출입거리의 단축과 방향전환을 위하여 중앙에 비스듬히 상하로 관통하는 폭 4m의 등강지선농도를 배치한다. 지선농도는 <그림 4.3-8>과 같은 단면으로 만들어서 일반차량의 통행 외에 작업기의 횡단선회가 가능하면서 배수로도 겸하게 한다. 선회경작도는 상단으로 옮기는 사면전의 산쪽에 <그림 4.3-9>와 같이 측구를 두어 작업기의 활동을 방지한다. 그리고 경작도는 중앙의 지선농도를 향해서 1/30 ~ 1/50의 중단기울기를 붙여서 배수를 겸하게 한다.



<그림 4.3-7> 양단선회식 농도배치



<그림 4.3-8> 등강지선농도

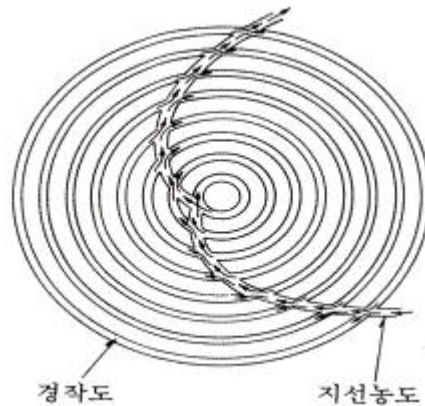


<그림 4.3-9> 경작도의 단면

(3) 동심원방식

동심원방식은 독립한 등고선으로 형성되는 지형에 채용되는 도로배치방식으로 <그림 4.3-10>에서 동심원으로 표시하였으나 타원형, 원형, 요철(凹凸)이 있는 다변형일지라도 대체로 등고선에 평행하게 환상(環狀)으로 경작도를 만들고, 종단기울기 1/10 이하를 가진 지선농도로 상·하단을 연결하고 이와 대칭형이 되게 또 하나의 지선농도를 설치하면 된다. 이 방식은 기계의 주행을 일정한 방향으로 규제하면 몇 대의 작업기일지라도 지체 없이 운행할 수 있으며, 또한 무효주행이 매우 적은 장점이 있다.

도로계획에 대한 자세한 내용은 KDS 67 30 30 (농업생산기반정비사업 계획설계기준 - 농도편)“계획”에 준한다.



<그림 4.3-10> 동심원형 도로 배치방식

4.4 개량 원지형 개간

복잡한 지형의 경사지를 크게 절.성토하여 토지의 이용률을 높이며 고도의 기계화 영농이 가능하도록 포장을 조성하는 공법이다. 절.성토 작업은 계단밭 조성의 토공을 대표적으로 확장한 것이지만 조성후의 모습이 기복이 없는 원지형 개간과 같기 때문에 개량 원지형 개간이라 부르고 있다. 개간작업에 많은 토량의 이동이 따르므로 원지형 개간이나 계단형 개간에 비해서 공사비가 많이 들기 때문에 경제성이 유리하여야 하며, 토사의 유출방지, 사면보호에 대하여도 특별한 조치가 있어야 한다.

개량 원지형 개간은 현재의 지형에 따라서 다음 3가지 형으로 대별한다.

- (1) 습곡정형형 : 현재 지표면의 작은 기복을 깎고 메워서 균일한 조성 기울기를 가진 밭으로 만드는 방법으로 원지형 개간에 가까운 성격을 가진다.
- (2) 경사완화형 : 산정부나 사면을 대담하게 절토하여 계곡부에 성토함으로써 0 ~ 7° 정도의 완경사를 가진 일정한 기울기의 밭을 조성하는 방법으로 개량 원지형 개간 중에서 대표적인 공법이다.
- (3) 토층개량형 : 전단면 절토 방식의 계단형 개간과 같이 사면의 저위부로부터 등고선에 따라 절토하여 1단 위의 흙을 하단에 떨어뜨려서 배치하여 나가는데 조성면을 복상으로 만들지 않고 현재 경사와 비슷하게 만드는 공법으로 경사지의 심경(토층개량)을 행할 경우가 많다.

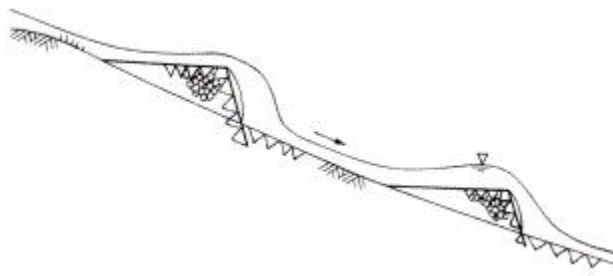
4.4.1 계획

현재 지형, 영농작물, 영농기계의 종류, 농지보전, 경제효과, 시공의 난이 등을 검토하여 ① 조성 방식, ② 포장의 구획, ③ 테라스 나비와 테라스면 기울기, ④ 기경깊이, ⑤ 비탈면 높이와 비탈면 기울기, ⑥ 비탈면 보조공, ⑦ 경작도로의 배치, ⑧ 배수처리에 대한 종합계획을 세운다. 그리고 이 방식은 원지형 개간과는 달리 계곡부나 오목한 땅에 성토할 때 뿌리뽑기한 근주를 묻으므로 배근선이 특별한 경우를 제외하고는 존재하지 않기 때문에 구획 분할은 오직 도로와 배수로의 위치에 의하여 결정된다.

- (1) 습곡정형형

등고선에 따라서 승수로, 경작도로를 배치하고 이에 직각방향으로 배수로, 지선도로를 연결하는데 이들 도로, 수로의 상호간격에 따라 구획의 형상, 크기가 결정된다. 재식 폭은 작물의 종류, 방제 작업기의 기종, 간격, 밀식계획, 간벌계획에 따라 정하되 영농 전문가와 협의하여 결정해야 한다. 배수 계통 평면도에서 표시한 바와 같이 구획의 장변은 반드시 직선일 필요는 없으나 등고선에 나란히 설치해야 한다. 주의할 사항은 다음과 같다.

- ① 조성 기울기 : 현재 경사와 거의 같게 되므로 토지경사 20°이상인 지대는 이 형식이 맞지 않는다.
- ② 재식면의 기경 : 작물에 따라 약간 다르나 과수류 0.6m, 뽕나무 0.9m, 기타 0.3m가 보통이다.
- ③ 경작도로 : 나비는 최소한 2m로 종단기울기는 등고선에 따라 설정하는데 측구의 통수를 가능하게 하기 위하여 1/30 ~ 1/50 정도 취한다. 측구단면은 바닥나비 0.3m, 길이 0.3m, 옆기울기 1:0.3 ~ 0.5 정도의 막파기 수로를 만든다. 한편 경작도로의 횡단기울기는 5° 이내로 만든다.
- ④ 승수로 : 경작도로와 평형하게 배치하여 경작도로 측구와 같게 만들거나 또는 자연 배수대에 이끌어 낸다. 단면은 경작도로 측구와 같게 만들거나 또는 얇고 넓은 단면의 초생도로(나비 0.5 ~ 10m, 깊이 0.1 ~ 0.2m로 만든다. 승수로의 간격은 배재 폭에 따라 계획한다.
- ⑤ 지선배수로 : 경작도로 측구 및 승수로에서 흘러오는 유수를 받아서 간선 배수로 등에 종단 배수하는 것으로, 집수량에 따라서 단면형상, 간격, 기울기를 결정한다. 재료는 현장 채취의 자갈이나 콘크리트 제품을 사용한다.
- ⑥ 자연배수대 : 현재의 계곡부를 습곡정지하지 않고 남겨서 원 식생(입목은 벌채) 그대로 배수로로 이용하는 것이다. 돌붙임이나 콘크리트 제품을 사용할 경우에 비하여 시공의 어려움(소운반 등)이 없을 뿐 아니라 완공 후에 붕괴할 위험이 적은 이점이 있다. 현재 경사가 급하고 자갈의 현장 채취가 가능할 경우 <그림 4.4-1>과 같이 간단한 낙차공을 설치하면 효과적이다.



<그림 4.4-1> 자연배수대의 소낙차공

- ⑦ 지선도로 : 경사지의 개간에서 경작도로와 지선도로의 배치는 영농상 가장 유의하여 설계해야 한다. 현재 경사가 7°이내이면 지선도로는 경작도로와 직각방향에 직선으로 배치할 수 있다. 그러나 종단기울기를 1/8(최소한 1/7정도)에서 멈추게 하는 것이 바람직하므로 8°이내의 경사지에서는 배향곡선(Mair Pin Curve)을 설치할 필요가 있다. 이 경우에 경작도

로와 둔각으로 교차하는 부분은 별도로 하고 예각으로 교차하는 부분은 문제가 된다. 현재 경사 10°까지는 예각부분의 확대 폭으로 무리하나 영농기계의 운행(포장에서 다음 단의 포장으로)이 가능하나 10°이상의 예각부분에서는 소형트랙터의 운행만 가능하며 전진작업을 하여야 하므로 피견인 작업기의 운행에 지장을 가져온다. 따라서 고속 살포기 등의 작업을 목적으로 하는 지선도로를 만들자면 귀갑방식, 양단회전방식, 동심원방식 등을 취하여야 한다. 도로를 자재(비료, 종자) 운반에만 사용하고 고속살포기 등이 통용하지 않을 경우에는 단순히 지선도로와 경작도로를 연결시키는 것만으로도 좋다. 이 경우 지선도로의 간격은 100~160m 정도로 한다. 또 습곡부에서 부득이 중단기울기가 1/7로 될 경우에는 콘크리트 포장(두께 0.15 ~ 0.20m)을 하여 소형트랙터의 운행을 하게 할 수 있다. 폭은 넓을수록 좋으나 토지이용과 경제성 등을 고려하여 일차선 운행이 가능하게 2.0 ~ 3.0m로 한다 (<표 4.4-1> 참조). 지선도로 측구는 지선 배수로와 같은 기능을 갖도록 하고 단면은 확률 1/10년 정도의 강우를 대상으로 결정하여 석재 또는 콘크리트 블록포장을 한다.

<표 4.4-1> 농로의 나비

도로폭(m)	교통종류	해당노선		
5.0~7.0	콤바인과 같이 나비가 넓은 농기계의 운행	경작도로	지선도로	간선도로
5.0~6.5	트럭과 트럭의 교행			
5.0~6.0	트럭과 경운기의 교행			
3.5~4.0	경운기와 경운기의 교행			
2.5~3.5	경운기와 리어카의 교행			
2.5~3.0	리어카와 리어카 또는 경운기와 사람의 교행			
2.0	리어카와 사람의 교행			
1.5	사람과 사람의 교행			
0.75	사람			

⑧ 간선배수로 : 자연 배수대를 간선 배수대로 할 경우도 있으나 일반적으로 지구 안에서 지구 밖으로 통하는 말단 배수계획이 필요하다. 각 지선 배수로와 도로측구에서 유입하는 토사 혼입의 혼수를 일단 침사지 또는 낙차공으로 받아서 양수만 지구 밖으로 배수하는 것이 간선 배수로의 역할이다. 단면 형상은 집수량에 따라서 계획하고 재료는 콘크리트 제품을 사용한다. 낙차공과 침사지도 콘크리트 제품을 사용하고 현장타설 콘크리트는 피하는 것이 경제적이다.

(2) 경사완화형

개량 원지형 개간 중에서 가장 이상적인 형태로 현지형을 완전히 변화시키기 때문에 구획 형상도 비교적 자유로이 취할 수 있다. 고속 살포기를 도입하는 영농 방식에서는 영농작업의 성력화가 크게 기대되기 때문에 이 형식이 가장 바람직하다. 지선도로와 지선 배수로를 그대로 두고 경작도로의 유수를 바꿈으로써 다른 작물에도 적용할 수 있다. 주의사항은 다음과 같다.

① 조성 기울기 : 0~7°가 일반적이다.

- ② 재식면의 기경 : 습곡정형형과 같다.
 - ③ 경작도로 : 습곡정형형과 같다.
 - ④ 승수로 대 경작도로 : 바닥나비 0.2m, 옆기울기 1:0.3 정도의 흙수로 또는 바닥나비 0.5m, 깊이 0.1~0.9.2m 정도의 초생수로가 적합하다.
 - ⑤ 비탈끝 배수로 : 배후지에서의 유입수 및 사면강우를 비탈 끝에서 받아 지선 배수로로 거쳐 배제할 목적으로 설치한다. 흙 수로나 초생수로가 가격이 저렴하나 시공 후 사면에 흐르는 토사가 퇴적되어 수로청소를 쉽게 할 목적으로 콘크리트제품을 일반적으로 사용한다. 단면과 형상은 집수량에 따르지만 지구내 배수계통은 비교적 소단면으로도 가능하며 U자를 많이 사용하고 있다.
 - ⑥ 지선도로 : 포장 조성 기울기를 0~7°로 만들게 되므로 테라스(terrace)의 절단경사에 따라서 직선적으로 배치할 수 있다. 나비는 토지 이용도를 충분히 고려하여 2.0~3.0m로 한다. 특수한 예로서 조성 기울기를 15°정도로 크게 취할 경우 및 기타의 사항은 습곡정형형을 참조한다.
 - ⑦ 간선 배수로 : 습곡정형형을 참조할 것.
 - ⑧ 암거배수 : 습곡부의 최심부(대개는 습곡부를 이루고 있음)에 지름 200~300mm의 집수관을 설치하되 집수량 및 절토단면의 크기에 따라 자갈 또는 쇠단의 양을 결정하여 집수관을 감아서 설치한다. 쇠단은 지름 0.3~0.5m 정도가 설치하기 알맞다.
 - ⑨ 사면보호 : 절토 사면 경사는 1:0.5~1.0로 하되 토질에 따라 변화시킨다. 높이 3m 이상일 경우에는 적당히 나비 0.5~1.0m의 비탈길을 설치한다. 절토면이 보통 흙, 사질토이면 풀씨를 뿌린다. 성토사면 경사도는 1:1.0~1.5로 하고 줄잔디를 입히고, 높이 2m 이상일 경우에는 나비 0.5~1.0m의 비탈길을 설치한다. 또 비탈의 밑다짐공으로서 돌(연장 35cm 정도) 또는 콘크리트 판 등을 시공한다.
- (3) 토층개량형
- 개량 원지형 개간의 한 종류이나 사면형 개간과 유사하다. 다른 점은 사면전이 배재면 1단마다 경작도로를 배치하여 고속살포 방식이 가능하도록 지선도로와 결합하고 있는데, 이 토층개량형 원지형 개간은 경작도로의 간격을 15~20cm로 취하여 고속살포방식을 그다지 고려하지 않고 급경사지의 심경(토층개량)을 주목적으로 한 공법이다.

4.5 토양개량

토지분류, 토양조사, 수문조사 등의 결과를 통하여 토층의 투수성, 비옥도 등에 결함이 있어서 작물의 생육을 저해하는 조건이 있을 경우에는 토지생산성 및 노동생산성을 개선할 목적으로 토층개량을 한다.

토양개량방법에는 심경, 심토파쇄경, 혼층경, 불량토층의 제거, 객토, 밑다짐 등이 있으며, 토양의 이화학적 성질을 개량하여 작물의 생육과 농작업에 알맞도록 경작토층을 만들어야 한다.

4.5.1 개간지의 토양조건

개간으로 새롭게 조성된 밭과 기반정비 후의 밭은 토양의 이화학적 성에 단점이 있어서 기존 밭에 비

하여 작물생육이 부진하다. 개간지와 기반정비 후의 토양이 개량되어 안정되고 높은 생산력을 가진 토양조건을 갖추도록 한다.

토양의 단점을 개량하면서 재배를 계속하면 밭은 점차 작물의 요구에 적합하게 된다. 즉, 개간 초기에 존재하였던 유해물질이 감소하고, 물, 공기와 영양분이 작물이 필요로 하는 때에 공급되어 작토의 두께가 충분하게 된다.

정상적인 밭 토양에서 작물 요구에 따라 물, 공기, 영양분을 공급할 수 있는 것은 부식과 단립상태가 좋은 표토를 가지고 있기 때문이다. 부식상태가 좋고 단립화한 표토는 투수성, 통기성, 보수성이 뛰어나며 인산효과로 인하여 미생물의 움직임이 활발하다.

일반적으로 개간초기의 토양이 생산성이 낮은 이유는 다음과 같다.

(1) 심토의 노출과 시공시 다짐 과다

대규모의 조성, 정비에 따라 심토가 노출하는 경우가 많아진다. 또한, 대형 시공기계의 압력으로 인하여 토양이 견고하게 되어 배수불량과 통기불량 상태가 된다.

(2) 산성이 강하다

미개간 토양은 산성인 경우가 많다. 이는 첫째 유기산에 의한 것이고, 둘째 점토입자에 수소가 온이 흡착되기 때문이다. 노출된 심토는 중성에 가까운 것도 있으나 심토의 완충능력이 약해지면 pH는 쉽게 변화한다.

(3) 새로 개간된 토양으로 산성이 강해지면, 특히 화산회토에서는 알루미늄 이온에 의한 피해가 크게 나타난다. 알루미늄 이온은 뿌리를 직접 손상시키고, 영양분 대신에 점토에 흡착되어 토양의 영양분 보유능력을 약화시킨다. 또한, 인산이온과 결합하여 불용성 인산알루미늄을 만들어 인산을 무효화시킨다.

(4) 유효한 영양분의 결여

심토가 노출된 경우에는, ① 유기성분이 적어지고, 이와 관련하여 ② 양분 함유량이 적어지며, ③ 살포한 비료의 보유력도 작아지게 된다. 새로 조성, 정비된 밭에서는 질소, 인, 칼륨의 3요소가 부족하며, 마그네슘, 붕소 등 특정요소가 부족하게 된다.

(5) 미생물 움직임이 약하다

산성토양에는 곰팡이 종류는 많으나, 유기물을 분해하여 질소와 같은 영양분을 만드는 세균류는 적다. 새로 개간된 토양에서는 근입균이 생식하지 않게 된다.

대책으로는, ① 석회 살포로 산성을 교정, ② 퇴비 등 유기물 비료의 살포, ③ 인산비료의 증가 살포, ④ 심토과쇄 등 토층개량을 실시한다.

4.5.2 토층개량

토층개량의 주 목적은 토층의 결합시정을 통하여 토층의 이화학적 성질을 개선하고, 농지의 토지 생산성 및 노동생산성 향상에 있다. 또한 토지의 투수성을 증대시켜 토양침식을 경감시키며 보수력을 높여 강우의 급격한 유출증대를 막는 등 지역의 수문순환을 조절하기 위하여 토층개량을 실시한다.

(1) 토층개량의 대상 및 효과

토층개량의 대상이 되는 농지는, ① 배수불량으로 지내력이 약하여 농기계작업능률이 크게

떨어지고 있는 농지, ② 작토는 얇은데 속흙이 너무 굳은 층으로 되어 있는 농지, ③ 작토는 불량하나 속흙은 비옥한 토층으로 되어 있는 농지, ④ 자갈층으로 구성되어 작물뿌리의 신장이 저해되거나 누수가 많은 농지, ⑤ 노후화되어 생산력이 떨어지는 농지, ⑥ 경작에 장애가 될 만큼 자갈 또는 불량토층이 많이 존재하는 농지 등이 있다.

토층개량의 효과는 다음과 같다.

- ① 객토로 작토의 두께를 증대시키며, 작토의 이화학적 성질을 개선하거나 지내력을 높인다.
- ② 혼층경이나 심경에 의해 유효토층을 깊게 하고, 토양의 이화학적 성질을 개선한다.
- ③ 심토파쇄 등에 의하여 하층경반을 부드럽게 하여 투수성 및 보수력을 높이는 동시에 토양 침식을 감소시킨다.
- ④ 경작에 장애가 되는 불량토층이나 자갈을 제거하여 작업능률을 높이는 동시에 작물 생육환경을 개선시킨다.
- ⑤ 바닥다짐을 하거나 차수재를 작토 밑층에 깔아서 누수를 억제시킨다.
- ⑥ 토양의 통기성을 좋게 하여 유기물의 분해를 촉진시켜 작물뿌리의 생육이 활발해 진다.
- ⑦ 하층의 철.칼륨.규산 등의 성분을 표층에 되돌려서 그 화학적 성질을 좋게 한다. 우리나라와 같이 강우량이 많고, 산성토양이 많이 분포되어 있으면 각종 토양성분이 하층으로 이동하게 되므로 이들 성분을 표층에 되돌려 비료성분의 천연공급력을 증가시키는 것이 효과적이다.
- ⑧ 토양의 보수력과 비료성분의 흡수력을 높이고 심경을 하여 한해를 방지한다.

(2) 토층개량방법

- ① 심경작토층이 얇으면 작물뿌리의 신장을 저해하고, 양분의 흡수범위가 좁아서 높은 생산력을 기대하기 어렵다. 새로 개간한 땅이나 쟁기 바닥층에 경반이 형성되어 작토의 깊이가 한정되어 있는 경지는 보통의 경지보다 깊게 갈아 근근역을 확대시키는 한편 포장용수량 및 통기.투수성을 높여야 한다.

이를 위하여 깊게 같이 하는 것을 심경이라 한다. 속흙이 모래흙 또는 자갈층으로 된 경우와 속흙이 아산화철 등과 같은 유해물질을 함유하고 있는 밭의 경우에는 심경이 피해를 주는 경우도 있으므로 사전에 충분한 토양조사가 필요하다.

쟁기 바닥층에 경반이 형성되는 깊이는 사용하는 쟁기의 종류에 따라 다르며, 그 개요는 다음 표와 같다.

<표 4.5-1> 쟁기 바닥층의 경반 깊이와 가는 깊이

경운에 사용되고 있는 쟁기	쟁기바닥층의 경반깊이(cm)	심경 깊이 (cm)
축 력 용 쟁 기	14-18	20-25
경 운 기	15-20	20-25
휠형 트랙터 직결플라우	16-25	22-30

심경할 때는 심토경플라우.대형 로터베이터.브러시 브레이커쟁기 등을 사용한다. 이를 사용한 최적경심은 다음 표와 같다.

<표 4.5-2> 심경용 기계와 최적경심

기 계 명	견 인 차	최적 경심(cm)
대형 로터베이터	7톤급 트랙터	18~23
브러시 브레이커쟁기	7톤급 트랙터	20~30
심토경 플라우	7톤급 트랙터	25~30

② 심토 파쇄경

화강암질 풍화토(석비레)와 같은 경층이 지표 가까이 있거나 중점토지대는 근근역이 좁을 뿐 아니라 비가 오면 과습하고, 가뭄시에는 너무 건조하여 경반이 형성된다. 이와 같은 곳은 팬 브레이커(pan breaker), 리퍼(ripper)를 11~18ton급 트랙터로 끌거나 레이크도저로 경반을 파쇄하여 심토층을 연약하게 만들어 준다. 팬 브레이커는 두더지암거굴착기의 탄환부분을 치즐(chisel, 끌모양의 날)로 바꾼 것으로, 중형 또는 대형 트랙터로 견인하여 깊이 40~60cm까지의 심토를 파쇄하여 느슨하게 한다. 작업에 앞서서 지표면에 석회를 뿌려 두면 심토가 파쇄된 균열 사이로 침투하여 더욱 효과적인 토양개량이 된다.

③ 혼층경

제3기층의 화산회토나 화강암지대의 화강암질풍화토(석비레), 해안지대의 이점토, 중점토지대의 중점토 등이 분포된 곳은 심토가 단단하나, 표토에 비하여 양분이 많다고 판단되면 심토를 반전하여 표토와 혼합하거나 또는 표토와 치환하기 위하여 혼층경을 한다. 혼합할 깊이는 토층단면에 따라 결정하지만 보통 60 ~ 80cm 깊이까지 혼합한다.

대형 플라우를 트랙터로 견인하는데 경심이 80cm 이상이 되면 초대형 플라우와 18t급 이상의 트랙터가 필요하여 전체길이가 7~10m에 이른다. 최근에는 1~2m의 대형 디스크 플라우를 많이 사용한다.

일반적으로 하층토가 반전되어 표면에 올라오는 비율은 발토판 플라우보다 디스크 플라우 쪽이 높다. 플라우잉 만으로는 각 층의 혼합(1차)이 충분하지 못하므로 반드시 디스크 해로잉을 하여 흙을 잘 혼합(2차)한다.

혼층경의 작업능률은 다음 표와 같다. 필요에 따라 승수로를 적당한 간격으로 설치하여 배수를 촉진하며, 이 경우 전체의 배수망을 정비하여 지구 내의 배수는 물론 배후지에서 오는 지표수와 복류수의 유입유무도 조사하여 승수로를 설치한다.

<표 4.5-3> 혼층경의 작업능률(h/ha)

플라우	건인 트렉터	경심 (cm)	구획면적(ha) (단변(m)×장변(m))	포장조건			
				양 호	보 통	약간불량	불 량
대 형	11 t급	60	0.5 (50×100)	8.6~13.2	9.1~13.5	9.7~14.3	10.8~16.1
			1.0 (50×200)	6.1~ 9.2	6.4~ 9.4	6.8~10.0	7.5~11.2
초대형	18 t급	80	0.5 (50×100)	10.3~15.1	10.9~16.1	11.4~17.2	12.8~19.0
			1.0 (50×200)	7.4~10.9	7.8~11.5	8.2~12.3	9.1~13.6
초대형	23 t급	110	0.5 (50×100)	10.8~15.9	11.5~17.0	12.0~18.1	13.4~20.0
			1.0 (50×200)	8.1~11.8	8.5~12.6	8.9~13.5	10.0~14.9

주) 포장조건은 경사, 흙의 부착성 등을 고려하여 정한다.

④ 불량토층의 제거

작물재배시 좋은 흙과 좋지 못한 흙이 서로 층을 이루고 있는 지대의 토층개량은 혼층경이 효과적이지만, 좋은 흙과 혼합해도 풍화되기 어려운 화강암질풍화토(석비레).자갈 등은 농지 밖으로 제거한다.

작토 중에 함유되는 자갈의 허용량은 작목에 따라 다르다. 과수원에서는 묘목을 심는 부분까지는 자갈을 제거하여야 하고, 논과 밭에서는 경운하는데 지장이 없는 깊이까지 제거한다.

4.5.3 객토

토양이 열악하여 바닥다짐만으로는 누수성을 개선할 수 없거나 경토의 노후화, 저습지의 경토부족, 또는 불량토성으로 형성된 곳은 토성을 개선하기 위하여 객토한다.

개간지의 토층이 얇거나 토성이 사력토 또는 불량토이거나 저습지이면 객토에 의해 경토를 개선한다. 객토량은 다음 식으로 계산한다.

$$H_1 = \frac{W_3H_3 - W_2H_2}{W_1} \tag{4.5-1}$$

$$H_2 = \frac{W_3H_3(P_3 - P_1)}{W_2(P_2 - P_1)} \tag{4.5-2}$$

- 식에서, W_1 : 원토(개량할 흙)의 가비중
- W_2 : 객토의 가비중
- W_3 : 개량토(객토 후 개량된 흙)의 가비중
- P_1 : 원토(개량할 흙)의 점토함유율
- P_2 : 객토의 점토함유율
- P_3 : 개량토(객토 후 개량된 흙)의 점토함유율
- H_1 : 객토를 혼합한 원토의 깊이(cm)
- H_2 : 객토의 두께(cm) H_3 : 개량토층의 두께(cm)

W_1, W_2, P_1, P_2 는 원토와 객토를 분석하여 결정한다. P_3 은 25~50%(양토나 식양토)를 취하고, P_3 이 정해지는데 따라 W_3 도 대체로 결정된다. H_3 은 15~20cm로 정한다.

이들 값을 사용하여 먼저 식 (2)에서 객토의 두께 H_2 (cm)를 구한다. 이 H_2 값을 사용하여 식 (1)로부터 H_1 (cm)을 구한다. 이 H_1 은 객토를 혼합한 원토의 깊이이다.

만약에 $H_1 + H_2 = H_3$ 이라 가정하면 H_2 는 다음 식으로 구한다.

$$H_2 = \frac{W_1 H_3 (P_3 - P_1)}{W_2 (P_2 - P_3) + W_1 (P_3 - P_1)} \quad (4.5-3)$$

이 식은 $H_1 + H_2 = H_3$ 의 가정에 한계가 있으나 그 값이 불명확한 W_3 을 포함하지 않는 점이 식 (2)보다 우수하다. 어느 식을 이용하더라도 결과에 큰 차가 없다. 다만, 채토량은 수축·침하를 고려하며, 여유량은 토질에 따라 보통 점토는 10%, 점질토는 22%, 사질양토는 12~15% 정도의 기준에 따른다.

<표 4.5-4> 점토함량별 객토 대상면적

점토함량(%)	5 이하	5~10	10~15	계
대상면적(천 ha)	44	70	189	303

<표 4.5-5> 경토심 18cm의 점토함량을 15%로 올리는데 필요한 객토량 (M/T/10a)

대상지 점토함량(%)	객토의 점토함량(%)						
	25	27.5	30	32.5	35	35.5	40
6	103	90	81	73	67	62	57
7	95	84	76	68	61	57	52
8	88	78	68	62	56	51	47
9	81	70	61	55	50	46	42
10	72	62	54	48	43	39	36
11	61	52	45	40	36	33	30
12	50	42	36	32	29	25	23
13	36	30	25	23	20	18	16

객토의 비용은 흙의 비용이나 보상비는 비교적 적고 운반비가 대부분을 차지한다. 운반할 토량, 운반거리 등의 조건을 고려하여 적합한 운반방법을 선택하며 능률적이고 경제적인 방법으로 객토한다.

일반 토공작업에서의 운반횟수는 다음 식으로 나타낸다.

$$N = T / \frac{2D}{V} + t \quad (4.5-4)$$

식에서, N : 1일의 운반횟수

T : 순노동시간 450분으로 가정함.

D : 운반거리(m)

V : 평균속도로 트럭 250m/분

t : 적하 대기시간으로 토운차 6~15분, 트럭 20~25분

<표 4.5-6> 운반방법과 특성

기구	규격	단위용적 (m ³)	적하대기시간 (분)	동력	1km왕복 시간(분)	운반거리 (m)	비고
지게	가로 91cm, 깊이 52cm, 열린각 70°	0.04~0.05	2~2.5	인력 1인 어깨	29	50~80	1 m ³ 는 20~25짐
목도	85cm평방	0.06~0.07	2		29	100	1 m ³ 는 15~18짐
리어카	2바퀴	0.2~0.3		인력 2인 어깨	28	200	
손수레	1바퀴	0.08~0.14	8	인력	29	150	
우마차	4바퀴	0.72	8	축력	27~32	100~1,000	
토운차	2인압	0.6~0.7	20	인력	27	200~700	
트럭	보통 덤프차	0.6~1.2	7	기관력		6,000	
토운차	8ton 다수연결	1.2	20	기관력		4,000	
스크레퍼 (카리울)		3.0~6.5		기관력		100~500	
턴아플 (모터스크레퍼)		6.5		기관력		1,500	
블도저		1.2~2.4		기관력		50~100	

<표 4.5-7> 객토방법

종 별	개 량 요 점	재료와 객입기준
(가) 토성개량 (사질.점질이 많은 경우)	① 사질이 많으면 양질의 점토를 넣어 수분과 양분을 흡수.유지하고, 비의 쓰러짐.냉해 등의 피해를 막는다. ② 점질이 많으면 사토를 넣어 공기와 물의 소 통과 비료분해를 촉진하고, 비의 생육 장애를 막는다.	경토 10cm가 사양토가 되도록 계산한다. ① 논외 객토기준점토 10a당 25~40m ³ (2.5~4cm두께) ② 밭외 객토기준 사토 10a당 18~40m ³ (1.8~4cm두께)
(나) 양분보급 (경토가 부족할 경우)	① 원토에 모자라는 비료와 3요소 중의 성분, 희소광물질을 포함하는 흙을 선정한다. ② 물리성 개선에 의한 지온상승과 화학성 개선에 의한 유기질분해의 촉진	객토기준은 (가)에 준함
(다) 경토보충 (경토부족일 경우)	① 양질경토.저수지.호수.수로.하천 바닥의 퇴적토를 넣어서 한해.냉해.병충해를 막는다. ② 경토는 한번에 전량을 모두 넣는다.	경토가 15~20cm이상 되게 넣는다. ① 양질경토는 10a당 60m ³ (두께 6cm)으로 한다. ② 퇴적토는 1회에 10a당 30m ³ 이내로 넣고 총량 60m ³ 를 한도로 한다.
(라) 사력질하층지반의 누수방지(누수과다 또는 냉해논의 경우)	바닥다짐을 하지 못할 경우에 실시함. ① 표토를 걷고 심토면에 점토를 넣어 다지고 표토를 다시 퍼놓는다. ② 위에 준하여 심토 10cm를 파 일으키고 점토나 벤토나이트를 혼입하여 다진 다음 표토를 다시 퍼놓는다. ③ 풋베기호밀 등을 함께 넣으면 효과가 있고 경제적이다.	객입점토는 보수력, 비의 신장, 원토의 상태를 조사하여 결정한다. ① 점토 10a당 40~60m ³ (두께 4~6cm) ② 벤토나이트 10a당 1~2t
(마) 노후답개량 (1) 건답지대의 일반 노후답(선상지.경사지로 지하수가 낮고 건조한 논)	① 철.염기가 많아 치환성이 높은 짙은 점토로 된 산토를 넣어 경토나 바닥에서 용탈하는 철분.인산.활성점토를 보충하여 황화수소의 발생을 억제하고 뿌리부패로 인한 냉해.병해를 막는다. ② 산토는 일시에 너무 많이 넣지 않고 퇴비 사용에 주의한다. ③ 바닥에 산화철이 집적되어 있으면 제거후 경토를 잘 혼합한다. 누수방지에 주의한다.	① 퇴적토는 좋은 재료이다. ② 산토는 안산암.제삼기혈암 등의 중성암계.염기성암계가 좋다. ③ 객토기준 10a당 25m ³ (두께 2.5cm) 이상 40m ³ 정도로 넣는다.
(2) 습답지대의 노후된논(경토부족 논. 누수과다 논)	① 위의 경우에 준해서 철분을 보충하고 냉해.병해를 막는다. ② 배수설비.매립.누수방지도 겸하여 병행한다.	재료는 일반노후화논인 경우에 준해서 선택하고 원인에 따라 적절히 객토한다.
(3) 산성관개수에 의한 노후화 논	① (마)~(1)에 준하여 철분을 보충한다. ② 산성관개수를 중화시킨다.	(마)~①에 준한다.

4.5.4 산성토양의 개량

산성토양을 개량하여 숙지화하기 위해서는 우선 염기를 보충하여야 하며, 경제적으로 가장 보충하기 쉬운 성분이 석회이다. 석회는 토양의 이학적 성질을 개량하는데도 효과가 있다. 경지에 금비를施用하면 그 속에 포함되어 있는 산기에 의하여 토양을 산성화시키는 작용이 있으므로, 석회를 사용하여 중화시킴으로써 산성화를 방지한다.

우리나라는 산성암의 분포가 넓고 강우량이 많아 토양생성 과정에서 석회, 칼리, 소다 고토 등의 염기류가 용탈되기에 가장 알맞은 조건을 갖추고 있다. 지금까지 자연상태로 방치된 미간지의 대부분은 산성토양 또는 염기 결핍 토양이다. 개간지의 평균치환 산도는 20.2를 나타내며, 이중에서 치환산도 5 이상이 73%이다. 치환산도 5 이상의 토양은 칼슘비료를 사용하지 않으면 보리, 밀 등과 같이 산성에 약한 작물은 영향을 받게 된다.

산성토양의 개량에 쓰이는 석회의 대부분은 소석회와 석회암분말(통칭, 탄산석회)로 최근 개간지에도 탄산석회를 사용하고 있다. 소석회와 탄산석회의 석회분 함유비율은 대체로 1 : 0.5이다. 석회의 비효는 분말도에 따라 매우 다르며 분말도 100메쉬(mesh) 이하는 비료효과가 거의 없다. 산성토양의 개량에 쓰이는 석회사용량은 토양의 산도에 따라 결정된다. 토양의 산도를 나타내는 방법에는 수소이온농도(pH)에 의한 방법 즉 산성의 정도를 그 높이로 표시하는 방법과 전산도(全酸度) 또는 가수산도에 의한 방법 즉 산성의 정도를 그 양으로 표시하는 2가지 방법이 있다. 이 2가지 방법으로 표시되는 산도의 상호관계는 토성에 따라 다르다. 예를 들면 사질토는 pH는 높으나 전산도는 크지 않고, 점질토는 pH는 낮으나 전산도는 대단히 크다.

(1) 전산도 또는 가수산도부터 토양의 산성을 중화시키는데 필요한 탄산석회의 사용량(소석회일 경우의 사용량은 그 0.7배)은 다음과 같다.

<표 4.5-8> 전산도와 탄산석회 사용량 (t / ha)

전산도 또는 가수산도	중화할 경도의 두께			비 고
	10cm	15cm	20cm	
10	0.5	0.75	1.0	산출기초 (1) 토양가비중을 1로 함. (2) 경도두께 10cm, 1ha의 토양 중량을 1,000t으로 함. (3) 탄산석회의 순도는 가산하지 않음. (규격은 95% 이상)
20	1.0	1.5	2.0	
30	1.5	2.25	3.0	
40	2.0	3.0	4.0	
50	2.5	3.75	5.0	
60	3.0	4.5	6.0	
70	3.5	5.25	7.0	
80	4.0	6.0	8.0	
90	4.5	6.15	9.0	
100	5.0	7.5	10.0	

(2) 산성의 세기(pH치)로부터 바로 중화에 필요한 탄산석회 사용량을 결정하는 일은 어려우나 실질적인 개략치를 표시하면 다음 표와 같다.

<표 4.5-9> pH값과 탄산석회 시용량의 개략값(t / ha)

토양의 염화加里 침출액의 pH치	경토의 두께 10cm	비 고
4.0	1.50 이하	부식산성 토양은 보통 이 기준표의 3배 정도가 필요하다.
4.5	1.50	
5.0	1.13	
5.5	0.75	
6.0	0.38	
6.5	소 량	
7.0	불 요	



집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원

자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용댐	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상욱	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박태선	한국농어촌공사 본사
	농업용댐	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산건설턴트
	농지보전	박중화	충북대학교
	농업용댐	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희익	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	이주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 60 10 : 2018

개간 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사

58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사

☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr

<http://www.ekr.or.kr>

(작성기관) 한국농공학회

06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호

☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net

<http://www.ksae.re.kr>

국가건설기준센터

10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr

<http://www.kcsc.re.kr>

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.