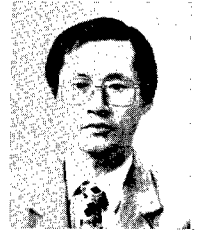


대구획논의 구획계획과 도로 및 용·배수로정비

구 본 충

농어촌진흥공사 경남지사 농어촌정비부장



1. 구획계획

대구획포장에서는 생산비용절감과 함께 경영수익증대를 위하여 현재의 수도작 수량 및 품질의 수준을 유지하는 조건에서 계획되어야 하고 지금까지의 수도작과 같은 방법으로 재배관리가 시행된다는 전제하에서 구획계획을 수립하여야 할 것이다.

가. 포구배치와 평균구

대구획 포장에서는 배수를 우선할 필요가 있으므로 등고선 직교형의 포구배치가 유리하다. 실제 계획에서도 거의 대부분이 등고선 직교형을 사용하고 있다. 특히 지하에 관배수로의 매설을 채용하는 경우는 토사퇴적이 없는 유숙의 기울기가 필요하다. 또 집단화와 대규모 경영이 진행되더라도 작업의 집중을 분산시켜 균질한 생육에 의하여 재배관리를 용이하게 하기 위하여는 최소 3.0ha에

서 최대 9.0ha의 포구를 한 필지 포장으로 하는 것이 편리하다. 기존의 평야부는 등 대구획으로 정비하는 경우 포구를 균평하게 하여 이동휴반을 설치함으로써 적당한 크기의 평균구를 설치하는 것이 현실적이다. 「작업단위, 재배관리단위」로서는 경구내 이공학적인 이론에 맞는 형상과 규모를 가장 중요시하여 구획형상을 결정할 필요가 있다. 구체적으로 장변을 200m, 단변을 30~60m로 하여 평균구의 단차를 20cm 이내로 하는 것을 제안한다.

나. 지표배수에 의한 경구장변의 한계

구획의 확대에 따라 용배수로로부터 거리가 멀어지므로 효율적인 용배수의 관리가 곤란하게 된다. 그림 1의 대구획 모델포장은 용배수관리를 합리화할 목적으로 급수전과 배수구를 같은 도로 측에 설치하고 있다.

이 포장에서 장변 200m의 용배수를 효율적으로

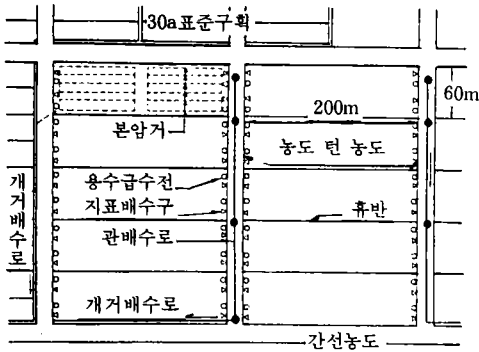


그림 1. 대구혁 모델 포장

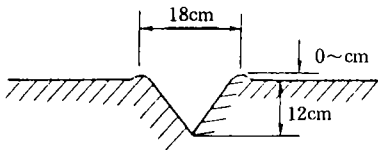


그림 2. 도랑단면

로 조절하기 위하여 도랑에 의한 지표배수 촉진효과를 측정하였다. 도랑(dike)은 그림 2와 같은 V자형의 단면으로 되어 있어 분얼기에 2~5m 간격으로 설치한다. 대구혁포장에서의 도랑은 승용이앙기 대신에 2조의 트랜처(trencher)를 설치하여 포장내를 주행하면서 설치한다.

고저차 4.9m, 표준편차 1.24cm의 지균도를 갖는 포장의 장변 200m 편측에서만의 배수로는 도랑이 없는 경우 20시간후에 약 20%의 구역에 2~3cm, 50%의 구역에 5mm의 잔수가 보였다. 4m 간격에서는 20시간후에 5mm의 잔수구역이 30% 남는 것에 대하여 2m 간격에서는 20시간에 거의 완전하게 지표배수를 할 수 있었다.

담수심이 1.5cm보다 큰 경우에는 도랑의 유무의 영향이 없으나 그 이하의 배수는 도랑을 통하여 배수되는 것이 관찰되었다. 장변 200m 포장

에서도 도랑을 설치하는 것이 용배수관리가 효율적이라는 것을 알았다. 이런사항을 확인하기 위하여 2차원 부등류수치 해석으로 지표배수 모의조작(simulation)을 시행하여 구획장변 한계를 검토하였다.

이것은 홍수시의 범람류해석에 사용되는 2차원 부등류 수치해석을 응용한 것이다. 포장을 적당한 크기로 분할하여 각 교점의 초기치를 부여하였다가 연속방정식과 운동방정식을 적용하여 일정시간마다 수심, 유속을 추적계산하는 방식이다. 이 수치계산에 의하여 답면의 물 움직임에 상당히 정확하게 재현할 수가 있다. 이 방법을 사용하여 경구의 장변과 배수시간의 관계를 시뮬레이션시행 결과를 그림 3에 표시하였다.

200×60m 포장에서 답면은 완전한 수평이라고 가정하여 16열의 도랑을 설치 한쪽에 2개소의 배수구(폭 21cm)에서 배수하였다. 초기담수심을 5cm로 한 것은 영농작업으로서의 배수를 고려한 것으로 다음 날의 작업을 위하여 전일의 저녁무렵부터 배수를 시작한다고 생각하면 12~

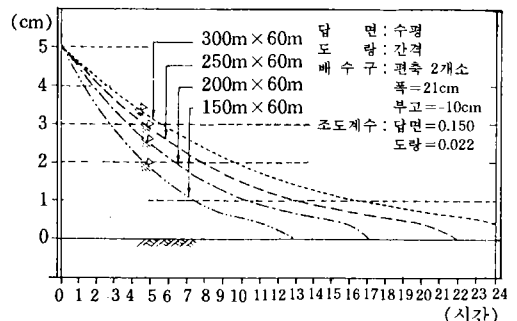


그림 3. 경구장변과 배수량 관계

16시간에서 담의 물이 없어지게 되는 것이 바람직하다. 이 시뮬레이션에서 영농배수를 우려한 경구의 장변한계는 200m 정도이다. 용수의 경우는 취수량을 증가하는 것으로서 담수에 관계도는 시간을 단축할 수 있으나 담면전체가 거의 균등한 수심이 되는 데는 3~4 시간이 소요된다.

다. 파랑과 구획계획

해안평야부 등에서는 5월 상순의 이양기에 풍속 $U=10\text{m/sec}$ 이상의 강풍이 부는 일이 있다. 이 때문에 이양직후의 묘가 바람에 뜬묘가 되거나 직파한 종자가 한쪽으로 몰리게 되는 경우가 있다. 대구획 포장에서는 이런 피해가 증가하게 되어 대구획포장의 결점으로 지적되기도 한다. 관측 결과 담수한 논에 발생하는 파랑은 논외 취송거리(F)가 100~200m로 짧아지는 것과 수심(h)도 얕으므로 파랑으로 발달하지는 않았다. 풍속 $U=13.0\text{m/sec}$ 일 때 $F=100\text{m}$ 로 측정된 파는 파고 $H=0.4\text{m}$, 파속 $C=70\text{cm/sec}$, 파장 $L=35\text{cm}$ 의 천수표면파였다.

이 표면파에는 묘를 뽑거나 종자를 이동시키는 힘은 없다. 풍해로서 문제가 되는 바람의 불어붙임현상을 모식적으로 나타낸 것이 그림 4이다.

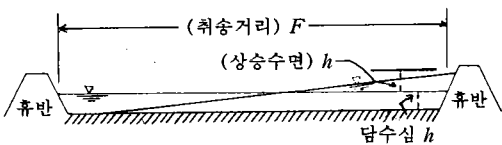


그림 4. 바람에 의한 수면상승 모식도

일정 풍속이상의 바람이 불면 바람의 마찰응력에 의하여 운반된 용수가 휴반에 부딪혀 정지되어 위가 상승하고 수면구배가 생기게 된다. 바람의 힘이 약해지면 균형이 깨져 수면은 원래상태대로 되돌아가고 바람의 힘이 커지면 다시 수면이 상승하는 현상을 되풀이한다. 용수가 바람 밑에서 불어닥치고 있을 때 바람위는 천수~무담수 상태로 되어 묘의 생리적 장해를 일으키게 된다.

바람에 의한 수면상승은 바다에서도 발생하며 만의 수위상승(hw)은 $hw=k \times F/h \times U^2$ 로 나타나고 있다.

100×60m의 포장에서 감수위계로 기록한 바람에 의한 수면변동은 그림 5와 같다.

실측기록의 해석에서 담에서의 수면상승도 바다와 같은 관계식이 성립함을 알 수 있다. 계수 $K=0.15\sim0.20$ 로 바다의 관측치 $K=0.3\sim0.48$ 보다 작다. 1시간의 평균풍속과 수면상승의 관

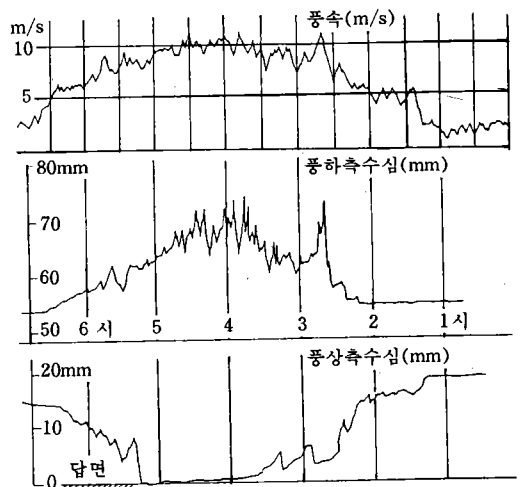


그림 5. 바람에 의한 담면수위 변동기록

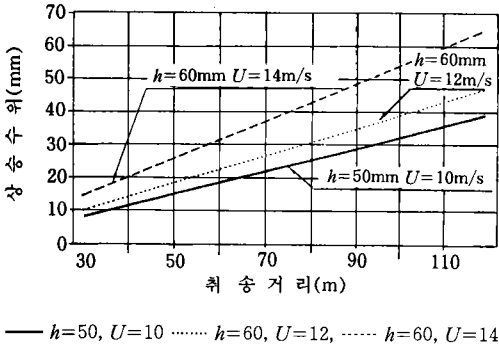


그림 6. 취송거리와 수면상승과의 관계

계는 그림 6과 같다.

이양직후의 답에서 불어침을 매년 관측하였으나 강풍에 의하여 새로이 발생한 뜬묘는 거의 관측되지 않고 묘표기의 세굴현상도 보이지 않았다. 강풍후 답에서 바람밑에 다량의 뜬묘가 관찰되고 있는 것은 이양시에 뜬묘와 도복되고 있던 묘가 불어올려진 것이고 바람에 뽑힌 것은 아니다.

30a 구획포장에서도 풍향에 의하여는 100m 이상의 취송거리로 강풍이 불고 있다. 포장의 대구획화에 의하여 장변이 2~3배로 되었다 하더라도 뜬묘가 증가하거나 새로운 풍해가 발생하는 일이 없다. 바람대책의 요점은 이양식부정밀도를 높이는 데 있고 그를 위하여서 답이양기의 조정과 쓰레질을 확실히 하는 것이다. 따라서 구획계획의 풍향에의 배려는 종래와 같이 단변방향을 최다 풍향에 맞추는 것이 좋다.

2. 농도, 용·배수로 정비계획

대구획포장의 규모장점을 살린 기능적인 포장

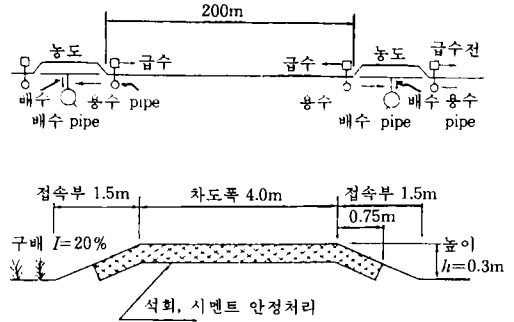


그림 7. 용·배수관로 배치도

으로 하려면 농도와 용배수로의 정비방법이 중요하다.

용배수로는 관수로화하고 농도 Turn 방식을 도입할 필요가 있다. 그림 7과 같이 농도 Turn 도로밑에 용수 pipe와 관배수로를 매설하여 용지(用地)의 절약과 물관리의 합리화를 꾀하고 있다.

관배수로와 농도 Turn은 이용실적이 적고 평가도 정하여져 있지 않았으나 모델포장의 3년간 이용결과를 만족할 수 있는 것이었다.

가. 대구혁논의 용배수관리

수도작 기간중의 물관리노동시간은 수리조건과 단지의 분포상황에 의하여 차이가 있으나 2.0~8.0시간/10a로 성력화의 어려운 부분이기도 하였다. 담수직파재배의 대구획포장과 인접 이양재배 30a 구획포장 1구획당의 용배수관리를 비교해보면 성력, 저 Cost를 목적으로 한 직파재배쪽이 이양쪽보다 물관리가 정밀한 요구가 필요하므로 대구획의 성력효과가 적다. 자동급수전을 설치하였으나 작동정밀도가 낮아 거의 이용되지 않았

다. 기기본체의 개량과 선치방법의 개선이 필요하다. 대구혁논의 용배수관리 특성과약은 금후의 과제로 남아 있다.

나. 소배수로의 관로화

소배수로를 지하 매설관로로 시공함으로써 구획확대가 자유롭게 되어 유지관리 비용이 절약되어 관배수로는 대구혁포장정비에 있어서 특히 중요하다. 그림 1 모델포장의 관배수로는 $\phi 300 \sim \phi 500\text{mm}$ 콘크리트관으로 설계속도는 $V=0.6\text{m}/\text{sec}(I=1/500)$ 로 하였다. 이 관배수로의 토출부(CA=6ha)에 설치할 침사지에 퇴적한 토사량은 그림 8과 같다.

포장정비공사 다음 해와 쓰레질시에 약간 많아 지나 관개기간중의 유출토량은 자연상태의 투양 두께로 환산하여 $0.01 \sim 0.02\text{mm}/\text{년}$ 이었다. 토출부에 눈근 2cm의 스크린을 설치하여 관내를 유하한 부유물을 측정하였다. 대부분은 콤바인으로 절단된 벼짚과 퇴비로 관로의 도중에 퇴적한 것은 없고 총량을 건물중량으로 $0.13\text{kg}/\text{ha}$

/년이었다. 집수구역이 담인 경우는 토사와 부유물에 의한 관 폐쇄와 통수장에는 일어나지 않았다고 볼 수 있다. 1993년 시험포장의 일부 1.2ha를 운작하여 대두를 식부한 운작논의 하류 55m 구간에 4cm 두께로 토사가 퇴적되었다. 운작논에서는 강우시외에는 유하가 없으므로 소류되지 않고 남은 토사가 퇴적된 것이다. 이 지점의 상류에 용수 pipe에서 물을 공급하여 $Q=0.02\text{m}^3/\text{sec}$, $U=0.67\text{m}/\text{sec}$ 의 물을 흘렸던 바 약 30분 내에 완전히 토사가 배제되었다. 그리고 대량의 토사가 퇴적한 경우와 완구배 수로를 택하여 맨홀(용량 0.8m^3)의 출구를 닫아 저수한 물로 세척해 보았다. 상류 pipe내의 저수를 포함한 약 4m^3 의 물을 흘린 바 수심 10~20cm의 사류가 1~2분간 계속하였으며 이러한 방법으로 퇴적토사의 배제가 가능하다.

다. 농도 Turn의 효과와 농도구조

기계작업효율은 일반적으로 구역의 크기에 비례하여 향상되나 이상적인 방법은 농도Turn 방식이다. 농도상의 어느 위치에서라도 포장내로 집입하고 어느 지점에서라도 포장에서 나갈 수 있으므로 농기계의 운행이 원활하여져 기계의 공주행 시간과 보조작업이 감소하게되어 작업효율이 한층 향상된다. 농도 Turn은 차도부와 포장에 진입하는 사면 접속부로 구성되어 진다. 사면접속부의 구매는 농기계주행에 의한 비교 시험으로 결정하였다. 구매는 15%, 20%, 25%의 3종으로

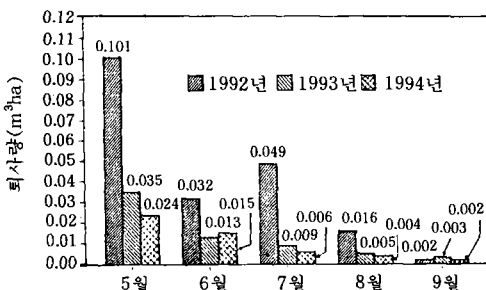


그림 8. 관배수로 침사지의 토사량

비교하여 경운, 쓰레질, 이앙, 수확 등 각 작업을 행하였다. 진입, 탈출시에 생기는 이앙 및 예취잔여분 등의 미작업 부분의 길이와 탈출시의 농기계 의 균형 등을 평가 비교하였다. 표 1과 같이 부지면적을 가급적 작게 하도록 배려하여 구배를 20% (11.3°)로 결정하였다.

이앙의 경우는 엄격한 평가로 되어 있는 부분도 있으나 농기계운전자가 농도 Turn의 농기계조작에 숙련되지 않는 점을 고려하면 20%의 구배로도 실제적인 문제가 없을 것이다. 200×60m 구획의 농도 Turn 포장과 100×30m 구획의 포장내 Turn 포장에서 농기계작업 효율의 비교 결과는 표 2와 같다.

대구획포장의 작업효율은 경운 15%, 쓰레질 21%, 이앙 28%, 수확 25% 등으로 높아졌다. 대구획포장의 농도 Turn과 포장내 Turn을 비교하면 경운 4%, 쓰레질 4%, 이앙 4%, 수확 6%의 차를 보였다. 그 주요 내용은 농도 Turn에 의한 선회와 공주행 시간의 단축, 걸음판 등의 보조기구가 불필요하게 된 것, 웅덩이의 보식과 수

표 2. 농도 Turn에 의한 작업효율 비교

(상단 : hr/ha, 하단 : %)

작업명	조인원	100×30m 포장내 Turn	200×300m	
			농도 Turn	포장내 Turn
경운 4WD 트랙타(27ps) 보통 로타리(1.9m)	1	5.5	4.9	4.7
			89.0	85.0
쓰레질 4WD 트랙타(27ps) 비트 헤로우(1.9m)	1	2.9	2.4	2.3
			83.0	79.0
이앙 승용형 이앙기(6조) 로타리식 시비기 부착	5	5.4	4.1	3.9
			76.0	72.0
수확 자탈형 4조 콤바인 크레인 탱크 부착	2	6.8	5.5	5.1
			81.0	75.0

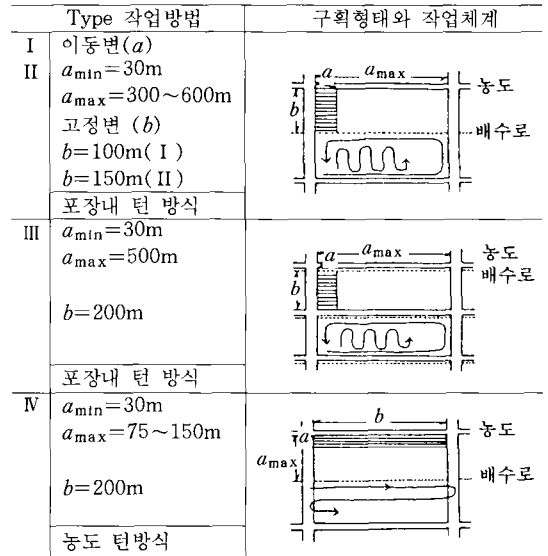


그림 9. 구획·작업 형태에 따른 Type 구분

표 1. 사면접속부의 기울기와 작업성

작업내용		기울기		
		5%	20%	25%
경운 쓰레질	탈출시 미경운길이	1.0m	0.3m	0.4m
	탈출균형	양	양	불량
	평가	양	양	약간불량
이앙	탈출시 이앙남김길이	0.0m	0.4m	0.5m
	평가	약간불량	약간불량	약간불량
수확	진입시 예취남김길이	0.0m	0.0m	0.0m
	진입시 예취높이	11cm	11cm	20cm
	평가	양	양	약간불량

확시의 구석베기 등 보조작업이 불필요하게 된 데 원인이 있다.

농도 Turn의 최대장점은 웅덩이를 만들지 않는 것과 승용관리기에의 적응성이 큰 것을 들 수 있다. 향후 농도 Turn 방식의 작업기술이 확립, 보급되면 농도 Turn의 효과는 한층 크게 될 것이다. 차도부의 폭원은 농기계의 선회반경 2.5~

3.0m에 여유를 갖도록 하여 4.0m로 하였다. 높이는 가급적 낮게 할 필요가 있으므로 휴발과 같이 30cm로 하였다.

농기계를 선회시키는 차도부 노면을 아스팔트 포장으로 할 경우 농기계의 바퀴를 손상시킬 우려가 있다. 또 사리도의 경우는 노면미찰의 감소를

자갈의 포장내 비산시키는 문제가 있다. 그래서 석회와 시멘트에 의한 안정처리를 하였던바 효과적이었다. 3개년동안의 실적과 트랙타에 의한 마찰감소시험에서 안정처리의 개량강도는 일축압축강도 $qu \geq 3kg/cm^2$ $CBR \geq 10\%$ 를 목표로 하면 좋은 것으로 나타났다.

표 3. Type별 특징

구 분	내 용	약 도
농도 Turn	<ul style="list-style-type: none"> ○ 포장내 어느 곳에서나 진출입이 가능하고 인접 포장으로의 이동이 용이함. ○ 선회로 인한 용덩이의 손상이 적음 ○ 육묘의 보금, 수확물 적재, 반출이 노상에서 행해지므로 안전하고 피로가 적음 	
관배수로	<ul style="list-style-type: none"> ○ 배수로가 도로밑에서 매설되므로 잡초 제거 등이 불필요함 ○ 유지관리가 용이함 	
지하암거배수관	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건담작과 등의 대응이 용이함 	