

농업수리구조물의 문제점과 해결방향

A Study on the Problems Encountered and Comments on their Solutions of Agricultural Hydraulic Structures

박 광 수* · 신 수 균 · 박 미 현 (농어촌연구원)

Park, Kwang Soo · Shin, Su Gyun · Park, Mi Hyun

Abstract

The majority of important structures are made of concrete. Recently earth canals have increasingly been changed to concrete-based irrigation structures every year for higher efficiency of water conveyance and easier maintenance. Unfortunately these concrete structures for agricultural purpose have serviced to only 15~20 years, which amounts to only about one third of target service life and will finally result in natural resources waste and weakening of competitive power of agriculture and farmers. Moreover, recently increased concerns of phil-environment have required reconsideration of the roles, shapes, service lives of the irrigation structures.

Hereby, this study is presented to find out suggestions or comments on the solutions to the problems of shorter service life and the resultant environmental impact encountered recently in the hydraulic structures for the prosperity of farmers, agriculture and this country.

I. 서론

농업기반조성사업용 수리시설물은 특정한 기간동안 우리나라의 농촌과 농업에 필요한 각종 용수를 안전하고 원활하게 생산·저류 및 공급해야 하는 사회간접시설의 하나이다. 그러나 콘크리트 구조물은 일상적인 유지보수(Routine Maintenance)를 할 지라도 시간이 지남에 따라 시공 당시의 성능(예, 압축강도, 알칼리농도 등)을 잃어버려 마침내는 구조물을 해체하고 재시공해야하는 시기, 즉 내구연한에 도달하게 된다. 최근에 콘크리트 수리구조물의 내구연한을 조사한 바에 따르면 대체로 20년 이내에 전면 개보수를 실시해야 하는 것으로 나타나고 있는데, 이는 목표 내구연한의 약 1/3에 불과한 실정이다. 이처럼 수리구조물의 내구연한이 짧을 경우 장기간에 걸친 국가적인 비용은 증가할 수밖에 없다. 더구나 지구 환경 보호를 위해 1997년 12월 도쿄회의에서 1990년도의 온실가스 배출량을 2010년 각 국가별 온실가스(주로 CO₂) 배출목표로 합의하였으므로 콘크리트 수리구조물의 내구연한이 짧을 경우 재시공을 위한 시멘트 생산이나 건설활동을 위해 CO₂ 배출량이 증가할 수밖에 없어 타 산업의 위축이 불가피하다.

한편 유지관리비용의 절감과 편의를 위해 토공수로는 점차 구조물화하는 방향으로 가고 있으나 일각에서는 이와 반대로 환경복원을 위해 콘크리트 구조물의 토공화도 최근에 논의되고 있는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 콘크리트 수리구조물의 문제점과 그 해결방향을 내구연한과 이의 환경영향성을 중심으로 분석하고자 한다.

II. 수리구조물의 내구연한

1) 목표내구연한

농업기반정비사업도 다른 사업과 마찬가지로 수익성(예, B/C, IRR)의 분석을 기초로 사업시행 타당성 여부를 판단한다. 수익성 분석에는 여러 가지 요소가 영향을 미치나 가장 중요한 요인중의 하나가

내구연한이다. 즉, 설치할 구조물은 사용개시일부터 적어도 목표내구연한 동안 사용한다는 가정 하에 구조물 1회 설치에 필요한 비용을 투자비로 보고 투자효율을 분석하게 되는데, [표 2-1]은 현재 농업기반정비사업에 적용하고 있는 목표내구연한을 정리한 것이다.

동 표에서 보는 바와 같이 용수로 구조물은 40년을 목표 내구연한으로 하며, 저수지는 60년, 배수갑문과 양배수장은 40년을 목표내구연한으로 한다. 따라서 용수로에 설치된 콘크리트 구조물의 수명이 20년에 불과하다면 40년 동안 2회에 걸쳐 구조물을 축조해야 하므로 투자비가 2배에 달하게 되어 투자효율은 그 만큼 떨어져 경제적 타당성을 잃어버릴 수 있다.

[표 2-1] 목표 내구연한

시설물	구분	핸드북 ^{a)}	분석기준 ^{b)}	투자심사 ^{c)}	설계편람 ^{d)}	설계편람 ^{e)}
저수지	흙댐 콘크리트댐	60 80	60	70	70	70
보	콘크리트 돌쌓기	50 40	40	40	40	40
수로	용수로	콘크리트블럭 돌(찰,메)쌓기 흙수로	40 20~30 10~20	40	40	40
	터널	콘크리트 라이닝 막 파기	50 40		70	70
	수로교	철근콘크리트	50		30	30
	암거	철근콘크리트	50			
	잠관	흙관 콘크리트관	40 30			
간척	방조제	100	100	100	100	
	배수갑문	50	40	40	40	
	배수문	30	-	-	-	
도로	노면	간선 지선	25 15	50 50	50 50	
	교량	콘크리트	50	-	-	
양배수장	토목공사		40	40	40	
	펌프, 원동기	20	-	40	40	

* 주 a) : 농업토목핸드북(1982, 농수산부, 농어촌진흥공사)

b) : 농업경제조사·분석기준(2000, 농업기반공사, 현재 사용 기준)

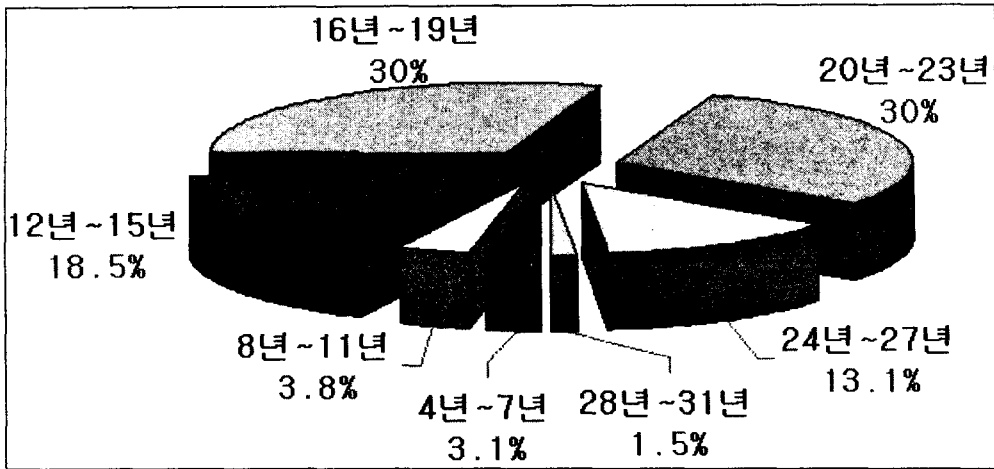
c) : 투자심사편람<농업부문>(1982, 경제기획원), d) : 농촌용수계획설계편람(1998, 농어촌진흥공사)

e) : 농업토목설계편람(1967, 농수산부)

2) 농업기반 수리구조물의 사용연한 현황

여수로·방수로, 취수탑, 양배수장, 배수갑문과 같은 1,2종 시설물이 정밀안전진단 결과 전면 개보수가 필요하다고 판정된 경우 해당 구조물의 내구연한을 진단년도까지의 기간(진단년도-준공연도)으로 보고 내구연한별 구조물 빈도를 조사 분석한 것이 [그림 2-1]이다. 진단대상 구조물에 타설된 콘크리트는 10년 이상된 것은 현장비밀 콘크리트였으며 설계기준강도는 180~210kg/cm²였다. 동 그림에서 내구연한은 4~31년(평균 18년) 사이에 분포하는 것을 알 수 있다. 그러나 이미 몇 년 전에 전면 개보수 판정을 받았어야 할 구조물임에 불구하고 예산상의 이유로 인해 정밀안전진단이 늦게 실시된 구조물이 많은 점을 감안하면 수원공으로 설치된 콘크리트 구조물의 평균 내구연한은 18년 보다 짧을 것으로 추정된다.

한편, 용수간지선에 설치된 콘크리트 수리구조물은 3종 시설물이어서 정밀안전진단을 실시하지 않으므로 용수간지선의 콘크리트 수리구조물 내구연한은 아직까지는 조사되어 있지 않다. 그러나 저수지와 같은 수원공 구조물에 비해 용수간지선 구조물은 규모가 작고 파괴시 피해정도가 작으며 개보수가 용이해 대체로 수원공 구조물에 비해 공사중 품질관리를 소홀히 하기 쉬우며, 이로 인해 품질 변동폭이 수원공 구조물에 비해 커지므로 용수간지선의 콘크리트 구조물의 경우 평균 내구연한은 이보다 짧을 것으로 추정된다.



[그림2-1] 전면 개보수 판정 시점까지의 사용연한 분포 현황

Ⅲ. 수리구조물의 내구연한 단축원인

농업기반 콘크리트 수리구조물은 다음과 같은 여러 원인들이 복합적으로 작용하여 내구연한을 단축하는 것으로 판단된다.

1) 저 품질의 콘크리트 사용

우리나라는 국가재정이 취약하기 때문에 적은 투자비로 넓은 지역에 많은 시설물을 설치하려는 저가의 조기 개발정책을 꾸준히 추진해 왔었다. 농업기반 콘크리트 수리구조물도 이러한 국가적 개발방향에 부응하여 초기건설비가 적게 들도록 설계기준강도가 낮은 콘크리트로 관개시설을 만들어 급속히 보급하였다. 예를 들어 호칭강도가 240kg/cm²보다 낮은 레미콘은 물-시멘트비가 55% 이상이어서 내구성에 취약한 저품질 콘크리트임에도 낮은 초기투자비 때문에 전국 사업지구에서 획일적으로 사용하고 있다.

물/시멘트비가 높을 경우 콘크리트 구조물의 내부 조직속에는 미세한 공극이 많이 생성되므로, 이러한 공극을 통해 관개용수 또는 배면 토양내 함유된 물이 쉽게 유출입되는 과정에서 내부의 알칼리(K', Ca')성분이 용해·유출되어 내부 공극이 더욱 증가된다. 한편 건조한 표면에 도달한 알칼리분은 대기중의 이산화탄소와 화학반응하여 하얀색같은 띄는 이른바 백화현상을 일으킨다. 아울러 건조한 표면 가까이 도달한 알칼리분은 건조한 표면으로부터 침투해오는 대기중의 이산화탄소와 화학반응하여 알칼리탄산염을 건조한 표면 가까이에 응축시키는데 이 염은 부피가 크므로 주변에 형성되어 있는 시멘트수화조직을 파괴시켜 콘크리트에 균열을 발생시키게 된다. 즉, 이른바 알칼리 골재반응을 일으키게 된다.

이렇게 발생된 균열을 통하여 관개용수나 공기(이산화탄소, 산소)의 유출입이 더욱 손쉬워 조직내부로의 알칼리탄산염의 확산과 그에 따른 추가적인 균열발생이 촉진되며, 나아가 내부에 보강된 철근을 부식되어 구조물의 내구연한을 가속적으로 현저히 떨어뜨린다. 또한 이 과정에서 콘크리트 내부의 알칼리분이 건조한 표면으로 흡출됨에 따라 내부 조직은 급속히 중성화되며, 이로 인해 철근의 부동태피막이 파괴되어 철근이 쉽게 부식하는 환경하에 놓이게 된다.

한편 국내의 기온분포가 여름에는 높지만 겨울에는 매우 혹독한 추위를 나타내고 있다. 이에 따라 느슨한 콘크리트 조직내로 침투한 관개용수나 지하수는 동절기 얼게되며, 어는 과정에서 부피팽창을 일으켜 콘크리트내 균열을 발생시키며, 발생된 균열은 관개용수나 지하수의 및 이산화탄소나 산소와 같은 유해성분의 침투를 가속화시켜 콘크리트를 조기에 노화시키게 된다.

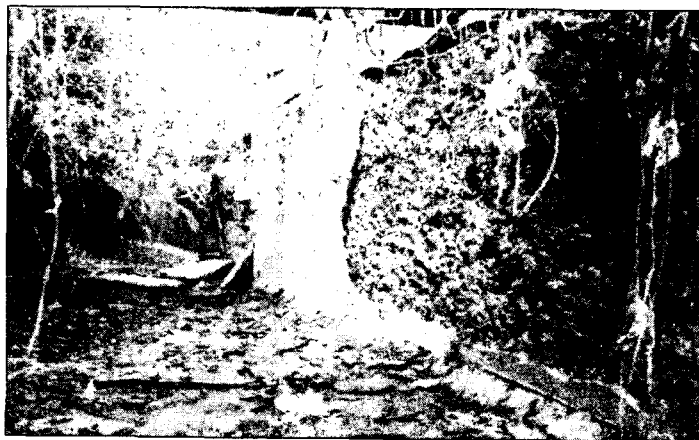
2) 유지관리 곤란

목표내구연한이란 개념 속에는 사용중 구조물을 계속하여 수선유지한다는 가정이 전제로 된 것이

다. 그러나 농업기반수리구조물은 소형구조물이 넓은 지역에 산재되어 있고 접근로 마저 없는 고지대에 설치된 경우가 많다. 이에 따라 시설물상태 점검에 수많은 인력이 소요되어 점검이 쉽지 않으며, 설혹 점검결과 개보수가 필요하다 판단하였을지라도 자재·장비의 접근이 곤란하고 총 공사물량이 적고 단위물량별 공사비가 매우 비싸지며 개보수 공사기간이 비 관개기에 한정되어 있으므로 수명연장을 위한 개보수 공사 자체가 매우 어려운 실정이므로 사용연한이 단축되고 있다.



[그림 3-1] 누수로 인한 알칼리분 용탈 노화사례(용수가동, 사용연한 10년)



[그림 3-2] 동해용해피해 사례(용수개거, 사용연한 10년)

3) 열악한 품질관리 여건

농업기반용 용배수로 구조물은 주로 산악지역에 분산적으로 설치되는 소형 구조물이기 때문에 공사에 필요한 자재·장비의 접근이 어려우며 공사용 물의 확보가 쉽지 않으므로 콘크리트 또는 성토다짐의 품질에 큰 영향을 미치는 양생용수 또는 다짐용수의 확보가 쉽지 않아 콘크리트의 압축강도 또는 구조물 치수 변동폭이 일반적인 대형 구조물보다는 매우 크다. 더구나 농한기인 동절기 단기간에 전국의 공사가 동시에 집중되므로 정성어린 품질관리가 매우 어려워 동일한 호칭강도의 레미콘을 사용할지라도 구조물내 콘크리트 압축강도의 변동폭이 확산된다.

동일한 재료임에도 압축강도 분산폭이 크다는 것은 평균 압축강도보다 낮은 압축강도를 나타내는 부위

가 많다는 의미이며, 이는 구조물 조직내부에 공극이 많은 부분이 넓게 형성되었다는 것을 나타내고 있다. 이처럼 양생 초기에 습윤양생을 하지 않는다면 양생온도를 관리하지 않으면 조직내부에 공극이 많은 부분이 광범위하게 형성되며, 이로 인해 공극을 통한 유해물질의 출입이 자유로워 결국 구조물의 내구연한을 가속적으로 단축시킨다.

4) 시설물 점검 기술, 인력 및 정보 부족

용수간지선 콘크리트 수리구조물은 3중 시설물이기 때문에 전문가들에 의한 정기적인 정밀안전진단 대신에 일반적인 지식과 경험을 가진 기술자들이 경험과 육안에 의해 점검·관리하고 있다. 이에 따라 용수간지선의 콘크리트 수리구조물 관리자 등은 비록 구조물에 부분적인 결함이 발생되었다 할지라도 이를 감지할 기술과 장비가 부족하고 또한 이들 부분적인 결함이 구조물 전체 성능저하에 미치는 영향에 대한 전문적인 정보를 갖고 있지 않으므로 부분적인 결함이 확대 전이되는 것을 막지 못해 수명단축을 재촉하고있다.

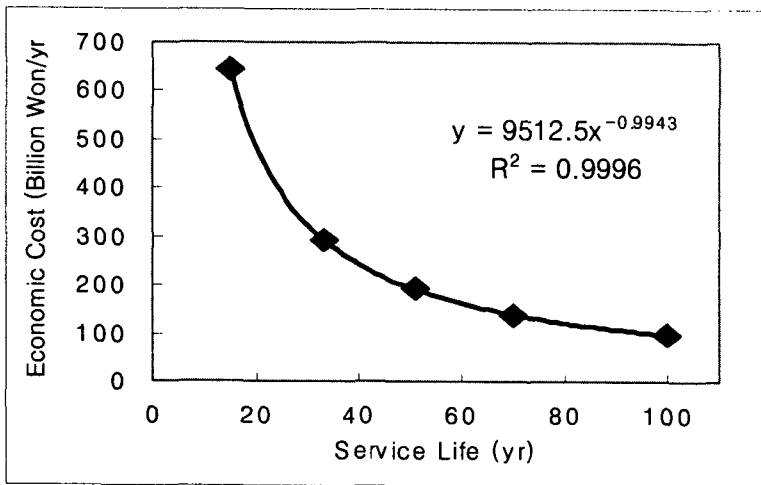
IV. 내구연한 단축의 효과

농업기반 콘크리트 수리구조물의 내구연한 단축은 잦은 개보수를 요구한다. 개보수 주기가 단기화할 경우 반복적인 재투자로 인해 사업의 경제적 투자효율은 급격히 저하된다. 그 외에도 개보수용 재료(굵은골재, 잔골재, 시멘트) 생산을 위해 국토공간이 훼손되어야 하며, 재료의 생산 또는 시공중의 건설활동을 위해 막대한 양의 이산화탄소가 배출되어야 함은 물론 폐기물 처리를 위해 국토공간이 잠식되어야하는 등 환경적인 비용이 과다하게 소요된다.

1) 내구연한에 따른 경제적 투자비용

농업기반공사에서 관리하는 용수간지선 33,731km를 모두 레미콘 콘크리트 개거로 대체할 경우 100년간에 걸친 연평균 비용(건설비, 계획·설계 감리비, 관리비, 폐기물처리비 포함, 유지관리비 제외)을 내구연한에 따라 분석하면 (식 4-1)로 추정되며, 이를 그래프로 정리한 것이 [그림 4-1]이다. 동 식과 그림은 용수개거 1m당 콘크리트 물량을 0.6m³로 가정하고, 단가는 2001년 단가를 적용하여 도출하였다.

$$\text{연평균 경제적 비용(단위 : 10억원/년)} = 9512.5 \times (\text{내구연한})^{-0.9993} \dots \dots (4-1)$$

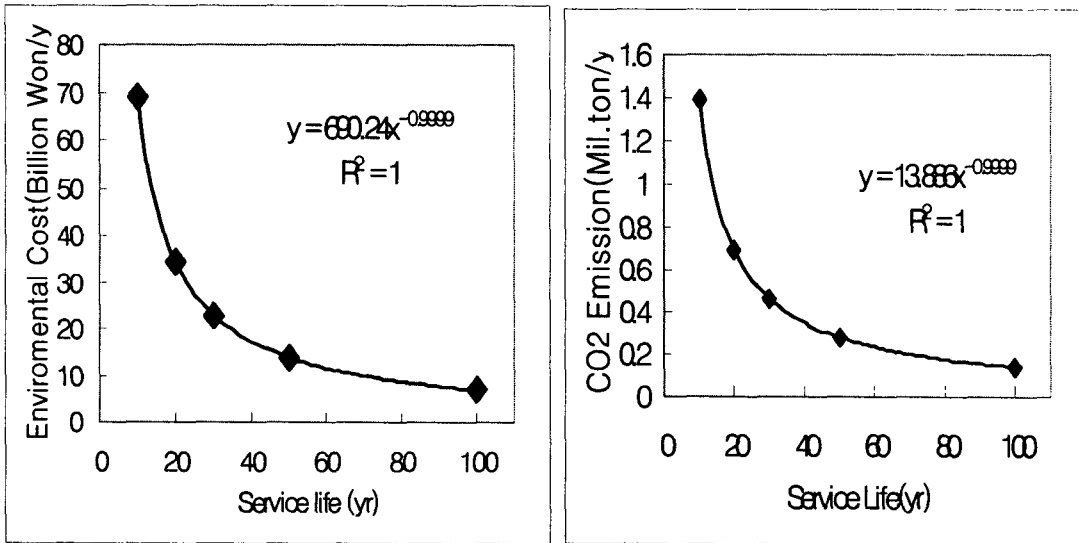


[그림 4-1] 용수간지선 콘크리트의 연평균 경제적 비용(유지관리비 제외)

2) 내구연한에 따른 환경영향성

농업기반공사에서 관리하는 용수간지선(33,731km)을 모두 콘크리트 개거로 설치할 경우, 콘크리트의 내구연한 크기가 100년 간에 걸친 연평균 환경비용과 CO₂ 방출량에 미치는 영향을 분석한 것이 [그림 4-2]이다. 동 그림에서 내구연한과 연평균 환경비용 및 연평균 CO₂ 방출량 사이에는 각각 (식 4-2) 및 (식 4-3)과 같이 표현되며, R²=1.0으로 분석되었다.

1997년 12월 일본에서 개최된 지구온난화 방지협약에 관한 국제회의에서 2010년 이후 온난화가스 배출량을 1990년 수준으로 삭감시키기 위해서 1998년부터 2010년까지 각 국가별 감축 목표를 설정하기로 하였는데, 1990년도 국내의 이산화탄소 배출량은 약 245백만톤으로 추정된다. 따라서 농업기반 콘크리트 수리구조물의 내구연한이 10년에 불과할 경우 [그림 4-2.b]로부터 수리구조물의 개보수시 발산되는 연평균 CO₂량이 1990년 국내 총 CO₂방출량의 약 0.6%에 달할 것으로 추정되므로 농업기반시설물에 투입될 양으로는 너무 과도하여 국내의 타 산업을 축소해야 하므로 허용할 수 없는 양이다. 더구나 국토훼손을 제외한 연평균 환경비용이 692억원에 달할 것으로 추정되므로 내구연한이 장기간인 구조물을 축조하는 것이 환경적인 측면에서 절대 유리한 것으로 판단된다.



(a) 연평균 환경비용 (b) 연평균 이산화탄소 방출량
[그림 4-2] 내구연한별 연평균 이산화탄소 방출량과 환경비용

연평균 환경비용(단위 : 10억원/년) = $690.24 \times (\text{내구연한})^{-0.9999}$ (식 4-2)

연평균 CO₂방출량(단위 : 백만톤/년) = $13.886 \times (\text{내구연한})^{-0.9999}$ (식 4-3)

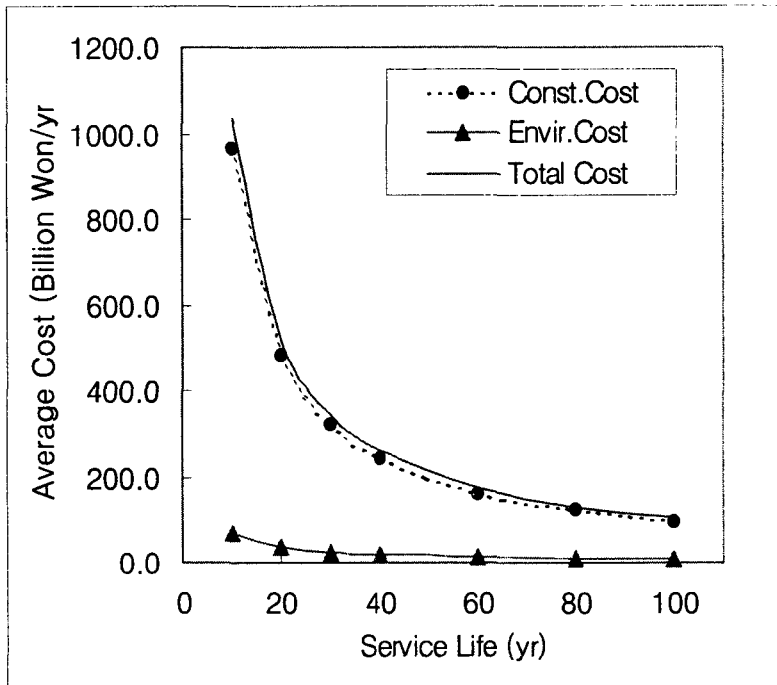
3) 내구연한에 따른 LCC

농업기반공사에서 관리하는 용수간지선(33,731km)을 모두 콘크리트 개거로 설치할 경우 100년간에 걸친 연평균 생애주기비용(Life Cycle Cost, LCC)은 식(4-1)과 (4-2)를 합한 비용으로서 다음 [그림 4-3]으로 표현된다.

[그림 4-3]로부터 농업기반공사에서 관리하는 용수간지선을 모두 콘크리트 구조물화 할 경우 콘크리트의 내구연한이 10년에 불과하다면 국토환경 훼손과 구조물의 유지관리비를 제외하더라도 연평균 1조원의 비용을 100년간 지불해야 할 것으로 추정된다. 이러한 비용은 국가적으로 부담하기 어려운 막대한 비용이다. 반면 수리구조물의 내구연한이 100년에 달할 경우 매년 1천억원의 비용이 지불되어야 할 것으로 추정된다. 즉 내구연한 10년인 구조물에 소요되는 비용의 1/10에 불과하다. 더구나 이러한 비용내에

는 낮은 개보수에 따른 국토환경 훼손 비용이나 수명이 짧음에 따른 추가적인 유지관리비가 포함되어 있지 않으므로 이러한 비용까지 감안할 경우 그 격차는 더욱 커질 것이다. 더구나 내구연한이 10년 정도인 콘크리트로 용수간지선 수리구조물을 축조할 경우 대기중으로 발산되는 연평균 CO₂량이 1990년 국내 총 CO₂방출량의 약 0.6%에 달할 것으로 추정되므로 너무 과도하여 국내의 타 산업을 보호를 위해서라도 허용될 수 있는 한계가 아니다.

따라서 장기간에 걸친 국가적인 비용측면이나 환경적인 측면에서 살펴보면 내구연한이 장기간인 콘크리트, 즉 설계기준강도가 높은 콘크리트로 수리구조물을 축조하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.



[그림 4-3] 용수간지선 콘크리트의 연평균 LCC(유지관리비 제외)

V. 문제점 개선방향

농업기반 콘크리트 수리구조물의 내구연한 단축으로 인한 문제점들의 해결방향으로서는 문제점 발생원인을 감안할 때 다음과 같이 정리할 수 있다.

1) 저품질 콘크리트 사용 지양

농업기반 수리구조물은 주로 호칭강도 210~240kg/cm²인 레미콘이 사용된다. 그러나 이러한 콘크리트는 물/시멘트비가 50~55% 이상인 저품질의 콘크리트이므로 사용수명이 약 15~33년에 불과한 것으로 판단되므로 연평균 LCC가 매우 증가한다. 따라서 국가적인 비용측면과 국토환경 보호측면에서 물/시멘트비가 45%(간척지 구조물의 경우 40%)이하이며, 동시에 현재와 같은 공사중의 품질관리 여건이라면 호칭강도가 적어도 350kg/cm²인 레미콘을 사용하는 것이 내구연한을 증가시키는 핵심적 해결책이라 판단된다. 그러나 어느 정도 크기의 호칭강도 레미콘을 사용하여야 구조물 수명이 100년까지 도달할 수 있는지에 대해서는 향후 추가적인 연구가 수반되어야 할 것이다.

2) 농업기반 콘크리트 수리구조물의 실태 조사 및 분석

농업기반 콘크리트 구조물의 현실적인 내구연한은 18년 이하로 추정되나 아직까지 내구연한 자료와 내구연한에 따른 국가적 비용이나 환경성에 관해서 아직까지 공식적으로 조사 발표된 바가 없다. 더구

나 콘크리트 수리구조물에 쌓이는 토사의 제거나 잡초제거에 투입되는 비용 또는 토사제거나 잡초제거 시 장비운전자의 운전미숙으로 인한 시설물 파손비용 등에 관한 어떤 자료도 없는 상태이다.

아울러 최근에는 환경복원 차원에서 콘크리트 구조물의 토공화가 논의되고 있는 반면, 시설물의 유지관리 종사자들은 토공의 유지관리 어려움을 호소하고 있다. 보통 용수간지선은 고지대 능선을 따라 설치되며 이러한 용수로를 통해 연중 약 100일간 관개용수를 보내는 것이 일반적인데, 이러한 용수간지선을 토공으로 하든 콘크리트로 구조물로 하든 이들이 주변환경이나 주민의 생활환경, 지하수 환경, 이동성 동물의 서식환경 및 지하 생물의 서식환경에 각각 긍정적 또는 부정적 영향을 미치게 된다. 따라서 이러한 생태환경적 영향과 유지관리비용 및 LCC를 고려하여 재료와 공법을 결정하고, 이를 토대로 시설물의 목표내구연한을 결정해야 하나 아직까지 이에 대한 결론이 없는 상태이다.

그러므로 농업기반 수리시설물이 설치된 현장을 대상으로 콘크리트 구조물의 현실적인 내구연한은 물론이고, 장기간에 걸쳐 실제 필요한 유지관리비 소요액, 유지관리상의 문제점, 발생하는 결함 유형과 생태환경적인 영향등을 조사분석할 것이 필요하다.

3) 수리 구조물의 적절한 유지관리비 확보 및 투입

적정한 유지관리비는 내구연한을 증가시키는 지름길이나 아직까지 농업기반 콘크리트 수리구조물의 실제적인 내구연한 크기는 물론이고 내구연한 증가에 필요한 유지관리비에 대해서도 조사 발표된 바가 없다. 한편 현재 책정되고 있는 농업기반시설물의 수선비는 콘크리트 구조물만의 성능저하를 지연시키고자 하는 목적보다는 원활한 급수를 위한 응급보수(주로 토공구간의 보수)에 주로 투입되고 있는 것에 불과하여 설계당시의 목표내구연한까지 사용하기 위한 노력을 기울일 수 없는 실정이다.

그러므로 농업기반 콘크리트 수리구조물의 내구연한을 증가시키기 위해서는 내구연한 연장에 필요한 적정한 유지관리비를 분석한 다음, 이를 예산에 반영하여 적기에 투입하는 제도적인 장치가 마련되어야 할 것이다.

4) 열악한 품질관리 여건에 알맞은 기준정비

농업기반시설물은 농한기 단기간 공사, 소규모 분산적 공사, 구조안전보다는 내구성이 더욱 중요하다는 특징을 갖는다. 따라서 대형구조물의 연중공사를 겨냥하여 제정된 건설기술관리법상의 품질관리 기준을 농업기반조성 사업의 특징에 맞게 수정 정비해야 한다. 구체적으로 정비해야 할 내용을 살펴보면 사업별 1회당 품질시험 기준물량, 품질시험비 및 품질관리비 산출기준, 동질기 콘크리트 공사의 보온양생비 산출기준, 사업별 품질(압축강도, 치수, 다짐율, 누수량) 변동폭 기준, 사업별 콘크리트 구조물의 설계기준강도, 물/시멘트비, 슬럼프 등을 들 수 있다.

5) 공장에서 제작한 기성 제품의 개발 및 사용확대

농업기반시설물은 농한기 단기간 공사, 광역에 산재된 소규모 시설물이기 때문에 콘크리트를 현장에서 타설할 경우 열악한 여건 때문에 품질의 변동폭이 커지는 것을 피할 수 없다. 반면 공장에서 규정에 맞게 수리구조물을 제작할 경우 품질관리 여건이 양호하기 때문에 품질의 변동폭을 매우 축소할 수 있으며, 이로 인해 구조물의 내구연한을 증가시킬 수 있다. 그러나 현재까지 개발 보급된 공장제품은 소형의 벤치톱과 폼판등에 불과하며 대형 수로에 사용될 대형 기성제품은 개발되지 않은 상태이다.

따라서 대형단면에 적합한 신제품을 개발하고, 이를 공장에서 제작한 다음 현장으로 운반하여 설치기 위한 각종 제도와 기준이 정비되어야 할 것이다.

6) 수리구조물의 점검 및 수선을 위한 기술 및 기준 개발

용수간지선의 수리구조물 중 용수가통은 교각 두부의 파손과 백화 현상, 장기간에 걸친 이음부 누수, 신축이음재의 파손, 바닥의 천공, 주빔의 경사균열, 피복 콘크리트의 박락 및 철근 부식 등이 주로 나타나고 있다. 이에 반해 용수개거의 경우 측벽에서 피복 콘크리트 박락 및 백화, 측벽 바닥부위에서의 절단 또는 골재 노출, 측벽 상단의 브레이싱 주변 전단파괴 등이 주로 나타나고 있다. 이처럼 수리구조물은 종류마다 나타나는 성능저하 현상이 서로 다르며, 각각의 현상은 발생원인이 서로 다르며 또한 각

각의 성능저하 현상이 전체 구조물의 내구연한 저하에 미치는 영향이 서로 다르다.

따라서 콘크리트 수리구조물별 나타나는 결함을 조사한 뒤 유형별로 분류하고, 각각의 유형에 대한 보수방법(공법, 재료)을 개발하고 기준화하며 체계화하여야 할 것이다. 또한 보수보강 재료 및 공법이 하루가 다르게 발전하고 있으므로 이를 일반적인 시설물 관리자에게 신속하게 정리 전파할 수 있는 제도적인 장치(인력, 예산)도 마련되어야 할 것이다.

7) 환경친화적 수리구조물 및 소재의 개발과 보급

지금까지의 농업기반정비사업은 소규모 예산으로 광범위한 지역을 단기간에 개발하고자 하는 정책 아래 수행되었다. 이러한 결과 기존의 수리구조물들이 동물 이동통로의 파괴나 생물 서식공간의 제거에 일조를 담당하여 왔으며 또한 주변 경관과 어울리지 않는 기능적인 시설물이 대부분을 이루고 있다.

그러나 최근에 환경보전에 대한 강한 욕구가 국가와 국민 심지어 농민들에게까지도 확산되는 실정이다. 이에 따라 최근에 설치되는 용수간지선 구조물은 지하화·암거화가 많이 진행되어 어느 정도 환경보전에 대한 욕구를 충족시키고 있는 실정이나, 배수로 구조물은 여전히 기능위주의 콘크리트 구조물이 주류를 이루어 경지내 지하수 배제나 생물 서식공간의 형성을 방해하고 있는 실정이다.

따라서 향후 경지내 지하수 배수가 가능하면서 동시에 사면보호기능과 홍수배제 능력을 동시에 구비한 환경친화적 구조물과 이에 소요되는 소재의 개발과 보급이 시급하다. 또한 환경차단적인 기존의 수리구조물을 적은 비용으로 환경복원 기능을 수행할 수 있도록 새로운 공법이나 구조형상 또는 소재를 개발하기 위한 노력이 투입되어야 할 것이다.

VI. 결 론

본 고는 최근에 문제점으로 나타나고 있는 농업기반 수리구조물의 문제점과 이의 해결방향을 내구연한과 환경성을 중심으로 정리한 것으로 주요한 것을 요약하면 다음과 같다.

1. 농업기반공사에서 관리하는 용수간지선 33,731km를 콘크리트 구조물화 할 경우 100년간에 걸친 내구연한별 연평균 투자비용은 (식 4-1)로 추정되며, 연평균 환경비용은 (식 4-2)로 추정된다.
2. 내구연한이 10년에 불과할 경우 내구연한 100년에 해당하는 비용이 매년 투자되어야 한다.
3. 농업기반 수리구조물의 내구연한을 증가시키기 위해서는 고품질의 콘크리트 사용, 농업기반 콘크리트 수리구조물의 실태 조사 및 분석, 수리구조물의 점검 및 수선을 위한 기술 및 기준 개발, 공장에서 제작한 기성 제품의 개발 및 사용확대, 열악한 품질관리 여건에 알맞은 기준정비 등을 들 수 있다.
4. 내구연한이 긴 구조물은 국가적인 관점에서 환경훼손을 저감하므로 소극적인 의미의 환경친화적 구조물이라 할 수 있다. 그러나 농업기반 수리구조물이 적극적인 의미에서의 환경친화성을 띠기 위해서는 특히 기존의 용배수로에 설치된 구조물들이 적은 비용으로 환경복원 기능을 수행할 수 있도록 새로운 공법이나 구조형상 또는 소재가 개발되어야 할 것이다.
5. 이러한 해결책들은 향후 지속적인 연구개발을 통해 기준화되고 활용되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. ACI, "Effect of curing on durability", Concrete international Design & Construction, Vol. 12, No.1, pp. 47-54, 1990
2. 산업자원부, 기술표준원, 1999.11, KSF4009(레미콘) 규격 개정 설명회 자료집
3. 경제기획원, 1982, 투자심사편람<농업부문>
4. 임 창덕, 1995.12, 건설시장 개방을 앞둔 시멘트산업계의 국내현실과 대응, 한국콘크리트학회지, pp16~22
5. 건설교통부, 2001.2, 2000년도 골재채취 현황
6. 태평양 시멘트(주), 1999.9, 각종 시멘트 및 콘크리트의 Eco-Balance
6. 박 광수, 2000.3, 레미콘 KS규격 개정에 따른 레미콘 설계 및 시공시 주의사항, 농어촌과환경, pp82~106
8. 농업기반공사, 2000.4, 2000년 농업경제조사·분석기준
9. 농림부, 2000.10, 농업생산기반정비사업통계연보
10. Long-Term Strngth Variation of Concrete Structures in Inland & Coastal Area, ICID 2001, Workshop II