

7일 재령 압축강도에 의한 콘크리트 품질판정

Concrete Strength Prediction by Early-Age(7-day)

김명원* 박광수** 김관호* 이준구*

Kim, Meyong Won Park, Kwang Su Kim, Kwan Ho Lee, Joon Gu

ABSTRACT

Hydraulic structures have been constructed with low cost concrete so as to increase the investment efficiency. As the construction of agricultural irrigation and drainage project is concentrated on off-farming season and come to construction less than 28-day strength in quality control. As we are aware the major thrust construction of short period is now in hydraulic structures rather than the large-scale.

This paper will propose the relationship between the 7-day and 28-day compressive strength of concrete be investigated. Test will be carried out on nine different concrete mixes and 180 core drilled from the hydraulic structures with 7-day and 28-day compressive strengths ranging approximately from 24 to 30Mpa.

1. 서론

농업기반 콘크리트 수리구조물은 농업용수의 개발과 공급을 주목적으로 목표내구연한 동안 그 기능이 유지될 것이라 기대하고 투자효율을 높이는 방향으로 설계, 시공, 사용되어 왔으며, 농한기 단기간 공사, 소규모 분산적 공사, 구조안전보다는 내구성이 더욱 중요한 특징을 갖는다. 특히, 소규모 단기간 공사로 인하여 품질확인에 필요한 최소한의 기간인 28일 보다 단기간에 공사가 완료되어 소요의 품질을 조기에 판정해야하는 기술개발이 절실히 요구된다.

본 연구에서는 우리나라의 농촌과 농업에 필요한 각종 용수를 안전하고 원활하게 공급하는 사회간접시설의 하나인 농업기반 수리구조물 현장 조사와 전국 제미콘공장의 시방배합자료의 조사·실험·분석 자료를 바탕으로 향후에 설치되는 콘크리트 수리구조물의 7일 재령 압축강도에 의한 콘크리트 품질판정 기술을 제시하고자 한다. 7일 재령 압축강도에 의한 콘크리트 품질판정 기술개발을 위해 국내의 관련문헌의 비교검토와 기 시공된 수리구조물에서 코어채취를 통한 설계기준강도별 7일 강도와 28일 강도 상관성분석, 레미콘의 호칭강도별 표준양생공시체의 7일 강도와 28일 강도 상관성분석등 콘크리트 수리구조물의 7일 재령 압축강도에 의한 콘크리트 품질판정기술에 대한 연구를 수행하였다.

2. 수리구조물의 품질관리 특징

2.1 품질관리 특징

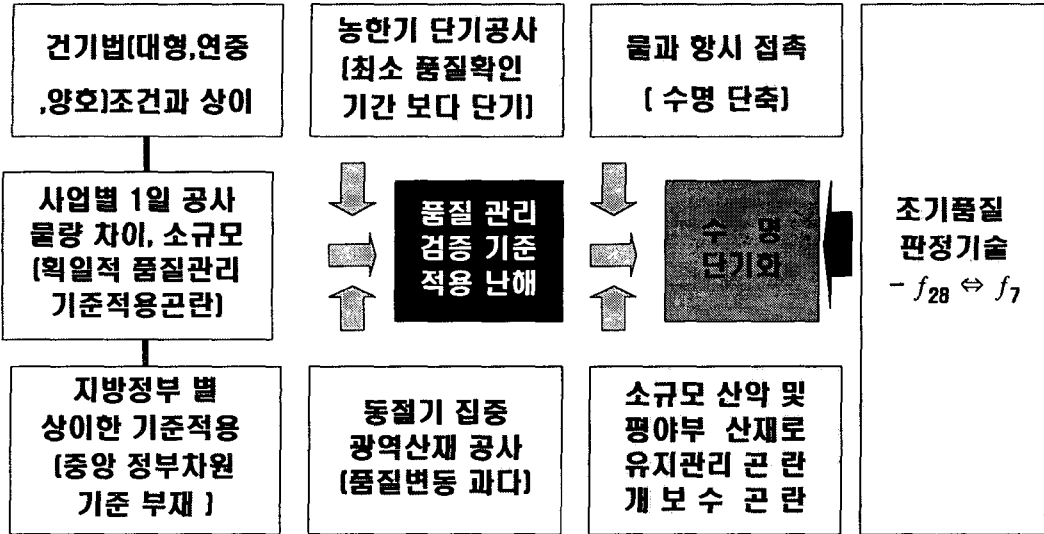
수리구조물은 작용하중이 작아 내하력 보다는 내구성이 결정적으로 중요한 구조물이며, 파괴시 피해가 적어 구조물의 안전관리에 대한 사회적 관심도가 낮고, 구조물의 개보수 경우 단면 협소, 기계화 작업 난해, 부재가 얇아 부분적 개보수가 어려워 구조물 전체를 헐고 재설치 형태가 많다. 또한 설계 기준강도를 증가시켜도 소요 피복두께, 시공상 필요한 최소두께 등으로 인해 단면두께가 증대되지 않는 구조물이다. 일반적으로 수리구조물에 적용하고 있는 설계기준강도는 구조물 종류별로 21~27MPa

* 정회원, 농업기반공사 농어촌연구원 주임연구원

** 정회원, 농업기반공사 농어촌연구원 수석연구원

범위에 있다.

이러한 콘크리트 수리구조물의 품질관리 여건은 소형시설물을 농한기(초봄,동절기)내 광역에 설치하여 품질확인에 필요한 최소한의 기간(28일)보다 단기간에 공사 완료되는 것이 특징이다. 그러므로 대형공사, 연중공사, 양호한 작업여건에 맞춰진 건설기술관리법의 조건과 상이하여 이에 대한 중앙정부 차원의 기준 부재로 품질확인이 불가능한 실정에 있다.



3. 7일 강도에 의한 콘크리트 품질판정

3.1 국내외 관련기술현황 및 문제점

1) 조기품질판정 방법의 분류

국내외적으로 알려진 콘크리트의 조기품질판정(압축강도)방법은 표1과 같이 직접 강도 추정법과 간접강도 추정법과 표2와 같이 원리에 따른 분류로 나뉘진다.

표1. 직접 강도 추정법과 간접강도 추정법

구분	시 험 방 법
직접강도 추정법	① 조기재령(7일)-콘크리트강도 추정방법
	② 모르타르 축진강도 시험방법
	③ 콘크리트 축진강도 시험방법 - 온수법 : 55℃, 70℃양생 - 자기수화열법 : 24시간, 48시간시험 - 급속경화법 : 80℃
간접강도 추정법	① 배합비 분석에 의한 물-시멘트비와 28일 압축강도 관계식이용
	② 시험방법 - W/C비 측정 : 재료품질이 일정하면 물시멘트비와 상관성이 있음 - 단위수량측정 : 단위시멘트량, 재료품질이 일정하면 물-시멘트비와 상관있음 - 단위시멘트량 : 단위수량, 재료품질이 일정하면 물-시멘트비와 상관있음 - Super Printer 잔골재 표면수율(수분계), 슬럼프 메타로 단위수량, 단위시멘트량, 물-시멘트비 산출로 강도추정

표 2. 원리에 따른 분류

물리적 방법	화학적 방법	역학적 방법	전기,음파적방법
씻기 분석법	염산용해열법	온수법	진기저항법
원심탈수법	산중화법	자기수화열법	조음파속도법
비중계법	염광분석법	급속 경화법	중성자활성화법
RAM	색차법	압력과열에 의한 법	분석법
	pH-메타법		

2) 7일 강도로부터 28일 강도 추정식

콘크리트 강도에서 재령의 영향은 W/C 비와 콘크리트 강도의 상관성에서 단지 하나의 재령과 하나의 시멘트 type에 적용되며 서로 다른 종류의 시멘트가 똑같은 품질의 gel을 산출하기 위해 서로 다른 재령을 요구된다. 또한 재령 7일 강도로부터 재령28일 강도의 예측은 양생조건의 차이와 물-시멘트비의 차이에 따라 큰 변화를 보이기 때문에 양생조건이 Excellent 하게 관리되었다라든가 시멘트 경화의 내적 비율의 변동성 때문에 어려운 점이 있다. 그림1에 나타난 것처럼 낮은 물시멘트비로 배합한 콘크리트의 강도발현은 높은 물시멘트비로 배합된 콘크리트의 강도발현보다 더 빠르게 나타난다.

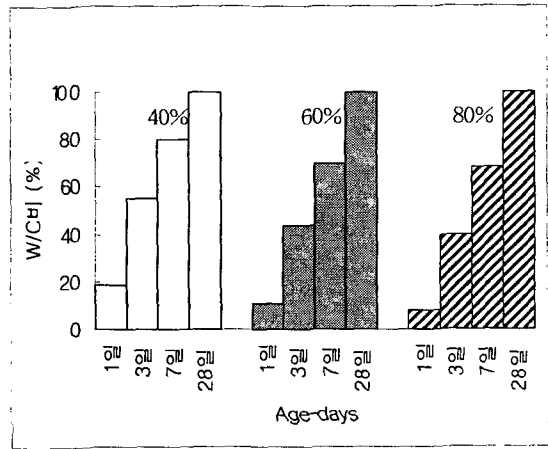


그림 1. W/C비 별 콘크리트 재령과 강도발현 상관성

이는 시멘트 입자가 서로 밀접하고 연속되는 gel조직이 더 빠르게 자리 잡게 되기 때문이다. 이런 이유로 인하여 재령 7일 강도로 재령28일 강도 추정은 단지 하나의 시멘트에 대하여 논의될 때조차 쉽지 않다. 표 5는 국내외 여러 연구결과에서 제안된 재령 7일 강도로부터 재령28일 강도 추정식을 정리한 것이다.

3.2 연구 추진방법

국내외적으로 콘크리트 조기 품질판정기술에 대한 연구가 많이 이루어졌으며, 보통포틀랜드 시멘트에 대한 연구가 주종을 이루었다. 한편, 최근 대부분의 농업기반 시설물 공사에서 레미콘을 사용하고 있으며, 레미콘의 배합비는 계절별, 호칭강도별로 혼화재를 혼입하는 등 다르게 정하고 있어 이에 따른 강도발현이 차이가 있기 때문에 기존 국내외의 연구결과를 적용하기에는 다소 무리가 있다.

따라서 농업기반 콘크리트 수리구조물의 재령 7일 강도로 재령28일 강도 추정은 전국 레미콘 공장의 호칭강도 24 ~30MPa의 계절별(혹한기,혹서기,평상시) 시방배합표를 수집하여 계절별, 호칭강도별 대표배합비로 표준원주형공시체를 각 10조씩 만들어 5조는 7일 강도 측정용으로 나머지 7조는 28일

표 3 호칭강도별, 계절별 조기강도 추정을 위한 실험계획

호칭강도	계절별	재령별	
		f ₇	f ₂₈
24 MPa	혹한기	81data	189data
27 MPa	혹서기		
30 MPa	평상시		

강도 측정용으로 시험조건을 구성하였다. 표 3은 레미콘의 시방배합에 의한 계절별 호칭강도별 상관성 분석을 위한 실험 계획을 나타낸 것이다.

한편 경기도의 7개도 관내 기 시공된 수리구조물 15개소에서 재령 7일 압축강도용 코어 3개와 동일 구조물에서 재령 28일 코어 공시체 3개를 채취하여 수리구조물에서 7일강도와 28일강도의 상관성을 조사 분석하고자 하였다. 코어 공시체 채취를 위한 수리구조물의 설계기준강도별 지역별 분류는 표4와 같다.

표 4 호칭강도별, 계절별 조기강도 추정을 위한 실험계획

구 분	지구수	설계기준강도			
		24MPa		27MPa	
		f_7	f_{28}	f_7	f_{28}
경기의 7개도	15	45data	45data	45data	45data

표 5 재령 7일 강도로부터 재령 28일 강도 추정식

구분	규정	상관관계	시멘트종류
영국	CP 114(69)	<ul style="list-style-type: none"> $f_{28}/f_7 \geq 1.5(1.3 \sim 1.7)$ 재령 7일 강도에 대한 재령 28일 강도비가 일반적으로 1.3과 1.7 사이에 있으나 결과의 대다수는 1.5이상 	보통포틀랜드
미국	ASTM C 917-80	<ul style="list-style-type: none"> $f_{28}/f_7 \geq 1.5(2\%)$ $f_{28}/f_7 \geq 1.32(57\%)$ 	Type I 시멘트
독일		<ul style="list-style-type: none"> 종종 다음 두식 사이에 위치함 $f_{28} = 1.4 f_7 + 1.0$ $f_{28} = 1.7 f_7 + 5.9$ 	보통포틀랜드
Hummel	1959	<ul style="list-style-type: none"> 대략 재령 2개월과 재령 3일 범위 내에서 재령의 대수와 강도사이의 선형관계의 이용을 추천. 	보통포틀랜드
Pineiro	1963	<ul style="list-style-type: none"> $f_{c,28} = k_2(f_{c,7})^{k_1}$ k_1, k_2: 양생조건, 각 시멘트에 대한 계수. $k_1 : 0.3 \sim 0.8, k_2 : 3 \sim 6$ 	보통포틀랜드
Hool & Pulver	1937	$S_{28} = S_7 + 30\sqrt{S_7}$	보통포틀랜드
Francis	1990	$S_{28} = 8.87(S_7)^{0.774}$	보통포틀랜드
김선영	1998	<ul style="list-style-type: none"> $f_{28} = 0.25 f_7 + 205$ (21 MPa) $f_{28} = 0.27 f_7 + 235$ (24 MPa) $f_{28} = 0.20 f_7 + 262$ (27 MPa) $f_{28} = 0.8 f_7 + 130$ 	주택공사 시험일지 수집자료

4. 결론 및 추후과제

소규모 단기간 공사로 특징지어지는 수리구조물은 품질확인에 필요한 최소한의 기간인 28일 보다 단기간에 공사가 완료되어 소요의 품질을 조기에 판정해야하는 기술개발이 절실히 요구되고 있다. 그동안 국내외적으로 콘크리트 조기 품질판정기술에 대한 연구가 많이 이루어졌으며, 보통포틀랜드 시멘트에 대한 연구가 주종을 이루어왔다. 그러나, 최근 대부분의 농업기반 시설물 공사에서 레미콘을 사용하고 있으며, 레미콘의 배합비는 계절별, 호칭강도별로 혼화재를 혼입하는 등 다르게 정하고 있어 이에 따른 강도발현이 차이가 있기 때문에 기존 국내외의 연구결과를 적용하기에는 다소 무리가 있다. 따라서 7일 강도에 의한 조기품질판정기술 개발은 주어진 실험계획과 추후 시험분석을 통하여 실용적인 식을 충분히 검토하여 제안하고자한다.

참 고 문 헌

1. Neville, A.M, "Properties of concrete", Pitman Pwb pp 298-302, 1981