

건설관리 패러다임 전환에 따른 건설공사 품질관리 적합성평가 시스템 구축에 대한 연구

이갑순* · 배영주*

*한국교통대학교 산업경영공학과

A Study for the Construction Conformity Assessment System According to the New Paradigm of Construction Management

Kab-Soon Lee* · Young-Ju Bae*

Dept. of Industrial and Management Engineering, Korea National University of Transportation

Abstract

The scope of this study is the construction conformity assessment system according to the new paradigm of construction management. To minimize the differences between domestic and international state, construction Conformity Assessment is subdivided into system certification and product certification. For the former, WASCON(Worldwide Assessment System of Construction Quality Maturity Stage) is applied. For the latter, AQUA(Advanced Quality Assessment System) was developed and adopted to model project for demonstration. Both systems are designed to enable quantified rating, integrated into PQCS(Project Quality Certification), which is an advanced project quality certification system. The construction work observing PQCS will gain quality score on its own quality certificate(Quality mark on construction itself or facilities is also available, if needed or preferred by customers). This Quality Rating System will inspire and encourage any related parties. PQCS score would let supplier/constructor recognize how much themselves are operating effectively and efficiently, offering them the opportunity of redeeming their weaknesses.

Key word : Construction Conformity Assessment System WASCON AQUA PQCS Quality Level Rating. Quality Management Maturity Level. Quality System Certification. Product Certification. Safety-Secured Facilities.

1. 서론

최근 건설 산업은 글로벌 경쟁의 가속화, 건설사업의 대형화·복잡화·전문화, 건설기술의 첨단화, 고객요구의 다양화, 새로운 제도의 도입 등의 변화에 직면하고 있다. 이러한 변화는 과거의 공기단축이나 사업비 절감 등 양적인 성장위주에서 고품질의 구조물 완성을 요구하는 질적인 성장으로 변화되어 가고 있다. 이로

인해 건설프로젝트의 품질관리를 통한 고품질 확보는 건설 산업의 최우선 목표로 새로운 환경을 선도하기 위한 다양한 노력을 요구하고 있다.

건설프로젝트의 품질관리는 프로젝트의 타당성검토인 설계 전 단계를 시작으로 설계단계와 조달단계를 거쳐 시공단계와 시공 후 단계라는 다단계 프로세스에서 실행된다.

†Corresponding Author : Young-Ju Bae, Korea National University of Transportation, 50 Daehak-ro, chungju-si, Chungbuk Korea. Dept. of Industrial and Management Engineering, Received January 20, 2017; Revision Received February 11, 2017; Accepted March 3, 2017.

우리나라 건설공사의 관리방식이 시공위주의 관리방식으로 고착된 것은 건설 산업을 설계 등의 건설용역업과 시공을 하는 건설업으로 분리하여 추진해 온 데 기인한다. 시공위주의 관리방식은 품질경영상에 원류관리가 부재한 품질관리를 하게 됨으로 선행 프로세스에서 잉태된 부적합을 해결하는데 큰 비용을 지불하지 않으면 안 된다. 품질관리에 대한 적합성 검증 평가도 시공단계에 한해 발주청, 인허가기관의 장 및 대통령령으로 정하는 기관의 장이 건설업자와 주택건설등록업자를 대상으로 품질관리를 적절하게 수행하는지 여부를 확인할 수 있게 하고 있으나, 확인자의 자격요건 등 적격성규정 및 적합성 검증절차의 미비, 품질관리 주체의 혼동 등으로 인해 현재의 품질관리제도는 효과와 신뢰를 얻지 못하고 있다.

그러므로 현재의 법규에 의해 수행하는 품질관리업무는 프로젝트품질의 적합성을 보장할 수 없으므로 사업관리자가 주도적으로 건설공사 품질관리를 수행하도록 하여 프로젝트의 품질확보나 향상을 달성할 수 있게 하는 새로운 개념의 건설공사 품질관리시스템으로의 정립이 요구되고 있다.

따라서 본 연구는 건설공사의 품질관리를 건설공사 생애주기에 걸쳐 수행할 수 있는 건설 프로세스 품질의 적합성 평가 방법으로 개발한 WASCON(World-wide Assessment System of Construction Quality Maturity Stage Manual)과 제조품질 적합성평가 방법으로 개발한 AQUA(Advanced Quality Assessment System Manual)를 결합하여 건설 품질의 적합성 평가 시스템인 PQCS(Project Quality Certification System)를 개발하고 실증분석을 수행 하고자한다.

2. 건설공사의 적합성평가 제도

2.1 우리나라의 적합성평가 제도

우리나라 건설공사의 적합성평가는 적합성평가(Conformity Assessments)라는 용어가 표준화되어 있지 않고, 법과 규정에 따라 유사한 용어들이 ‘적합성평가’를 대신하여 쓰이고 있다. 즉, 이들 용어로는 ‘적절성/적정성 확인’ ‘실태점검’ ‘시공평가’ ‘강 구조물 인증제도’ ‘품질검사전문기관평가제도’ 등이 있다.

2.1.1 적절성/적정성 확인에 의한 적합성평가 제도

이 제도의 원명은 “건설공사품질관리 적절성확인” 제도이다. 건설기술진흥법 제55조(건설공사의 품질관리) 3항은 발주청, 인·허가기관의 장 및 대통령령으로 정하는 기관의 장이 품질관리계획을 수립하여야 하는 건설공사에 대하여 건설업자와 주택건설등록업자가 승인된 품질관리계획에 따라 품질관리를 적절하게 하는지를 확인할 수 있게 하였다. 이는 제3조직에 의한 적합성평가를 채택한 것이며, 동법 시행령 제92조(품질관리 지도 감독 등) 2항은 발주자가 건설업자 또는 주택건설등록업자가 수립한 품질관리계획 또는 품질시험계획에 따라 건설공사의 시공 및 사용재료에 대한 품질관리 업무를 적절하게 수행하고 있는지 확인할 수 있게 하여 제2조직에 의한 적합성평가를 허용하고 있다. 또한 법 제55조제3항에 따른 품질관리의 적절성이 확인된 경우 즉, 제3조직에 의해 적합성평가가 실행된 경우에는 따로 적절성확인을 생략할 수 있게 하여 중복적인 평가를 배제하고 있다. 또한 발주자가 이러한 적절성 확인을 ‘품질검사를 대행하는 국립·공립 시험기관 또는 건설기술용역업자’에게 의뢰하여 실시할 수 있게 한 것도 제 3조직의 평가를 허용한 것이라 하겠다. 그리고 동법 시행규칙 제52조(품질관리의 적절성확인)1항은 “법 제55조제3항에 따른 품질관리의 적절성 확인은 해마다 한 번 이상 실시하되, 해당 건설공사의 준공 2개월 전까지 하여야 하고, 적절성 확인의 기준 및 요령은 국토교통부장관이 정하여 고시하고 있다. 이 고시에서는 ‘적절성확인’을 ‘품질관리 적정성확인’ 또는 ‘품질시험검사 적정성확인’이라는 용어로 사용되고 있으나 그 의미는 같다.

그리고 품질관리계획이 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국 산업표준인 KS Q ISO 9001 등에 따라 국토교통부장관이 정하여 고시하는 기준에 적합하도록 함으로써 건설공사의 품질관리는 품질경영시스템의 적합성평가를 통한 시스템인증 제도를 도입하고 있고, 품질시험 및 검사는 한국 산업표준, 건설기준 또는 국토교통부장관이 정하여 고시하는 건설공사 품질검사 기준에 따라 실시하도록 함으로써 검사에 의한 적합판정을 하는 제품인증 제도를 채택한 것이다.

2.1.2 주택건설공사의 실태점검에 의한 적합성평가 제도

주택건설공사의 품질관리활동인 감리는 주택법 제24조(주택의 감리 등)에서 사업계획승인권자가 주택건설사업계획을 승인하였을 때와 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장이 리모델링의 허가를 하

였을 때에는 「건축사법」 또는 「건설기술 진흥법」에 따른 감리자격이 있는 자를 해당 주택건설공사를 감리할 자로 지정하여야 하고, 감리자로 지정받은 자는 자기에게 소속된 자를 대통령령으로 정하는 바에 따라 감리원을 배치하여 감리(품질관리)를 하도록 하면서 동시에 주택법 제25조의 5의 감리자에 대한 실태점검 등에서는 '사업계획승인권자'가 주택건설공사의 부실방지, 품질 및 안전 확보를 위하여 해당 주택건설공사의 감리자를 대상으로 각종 시험 및 자체확인 업무에 대한 이행 실태 등 대통령령으로 정하는 사항에 대하여 '실태점검'을 실시할 수 있게 하고 있다.

감리자에 대한 실태점검 항목으로는 법 제24조의5제1항에서 "각종 시험 및 자체확인 업무에 대한 이행 실태 등 대통령령으로 정하는 사항"으로 「감리원의 적정자격 보유 여부 및 상주이행 상태 등 감리원 구성 및 운영에 관한 사항, 시공상태 확인 등 시공관리에 관한 사항, 각종 시험 및 자체품질 확인 등 품질관리에 관한 사항, 안전관리 등 현장관리에 관한 사항 및 그 밖에 사업계획승인권자가 실태점검이 필요하다고 인정하는 사항"을 규정하고 있는데, 이들은 국제적 기준에 견주어 정리하면 감리원이 주택건설공사의 제품적합성 평가 업무를 수행하는 것이 되고, 사업계획승인권자 또는 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장, 군수, 구청장은 감리업무에 대한 시스템적합성평가를 수행하는 것이 된다.

2.1.3 시공능력평가에 의한 적합성평가 제도

건설산업기본법 제23조(시공능력의 평가 및 공시) 제1항은 발주자가 적절한 건설업자를 선정할 수 있도록 하기 위하여 건설업자의 시공능력을 국토교통부 장관이 평가하여 공시하도록 하고 있다. 평가/공시항목에는 해당 건설업자의 건설공사 실적, 자본금, 건설공사의 안전·환경 및 품질관리 수준 등을 포함하도록 규정하고 있다. 이 규정은 국토교통부 장관이 건설업자의 시공능력을 시스템적합성평가에 의거하여 평가하는 제도라 하겠다. 즉, 품질관리 수준은 제품적합성평가와 시스템적합성평가에 의해 결정되기 때문이다.

그러나 시공능력의 평가 및 공사 평가규정의 평가항목에는 안전 환경 및 품질관리 수준에 대한 평가항목이 누락됨으로써 국토교통부 장관이 실행해야 하는 품질관리수준 평가 즉, 건설회사에 대한 제품 및 시스템적합성평가는 실행되지 않은 상태에서 시공능력이 평가되는 실정이다.

2.2 해외 건설공사의 적합성평가 제도

2.2.1 싱가포르 적합성평가 제도 (Singapore Standards : CONQAS 21)

건설품질평가시스템(CONQUAS)은 완료된 건물에 있어서 작업 기량 및 품질상태측정을 위하여 주요 공공분야 기관 및 선도적인 기업전문가 단체들과 함께 협력하여 싱가포르 건설청(BCA: Building Construction Authority: <http://www.bca.gov.sg/>)에 의해 개발되었다. 1986년 시작된 이래로 2016년 8월24일까지 3,300여개의 공공 및 민간 공사의 프로젝트(Projects)가 BCA에 의해 평가를 받았다.

현존하는 건설산업을 위한 국가적 품질표준으로서, CONQUAS는 기술의 발전과 더욱 더 정교해져 가는 싱가포르 국민의 품질 요구사항들에 보조를 맞추기 위해 주기적으로 미세 조정해 왔다. 오늘날 CONQUAS는 품질에 대한 벤치마킹 도구로서 국제적으로 알려지고 받아들여지고 있다. 사실 영국, 홍콩은 그들의 건설공사에 CONQUAS를 도입하여 성공적으로 적용하고 있으며, 싱가폴은 물론 말레이시아, 중국, 홍콩 SAR 및 영국과 호주, 남아프리카와 인도에서도 상표(trademark)로 등록되어 있다.

이상에서와 같이 싱가폴르는 trademark인 CONQUAS를 통하여 건설공사의 제품인증을 실행하고 이 시스템을 세계시장에 내놓음으로 건설품질향상과 부실시공방지로 인한 안전사고를 예방하는데 크게 기여하고 있다.

2.2.2 스페인의 적합성평가 제도 (Spanish Standard ; UNE-66174)

2003년 스페인표준인증협회 (AENOR ; Association Española de Normalization y Certificación)는 UNE EN 9000에 따른 품질경영시스템을 적합성평가를 위한 표준으로 UNE -66174 2003을 개발 보급하였다.

이 적합성평가 표준은 품질경영시스템의 성숙단계를 평가하도록 등급화(LEVEL RATING)하여 시스템의 수준을 지속적으로 향상시킬 수 있게 구성되었으며, 품질경영 8원칙을 준수하도록 경영원칙을 기본으로 하였다. 이들 원칙이 ISO 9001 품질경영시스템 8절까지의 각 절의 요구사항에 내재되어 있음을 고려하여 원칙과 요구사항이 완전하게 준수 될 때에 품질경영의 목적인 고객 만족과 제품의 적합성을 달성하게 된다는 조건하에 준수상태를 평가할 수 있도록 한 것이 특징이다.

또한 UNE-66174 2003은 고객만족달성과 제품의 적합성 달성 수준은 품질경영시스템의 적용 정도에 따

라 상이하다는 전제하에 품질경영시스템이 성숙해 가는 정도를 5단계로 구분 하여 평가기준을 정하고, 이 기준에 따라 해당 품질경영시스템을 측정하여 그 수준을 품질점수로 나타내게 하는 정량적 평가기법으로 구성 되었다.

3. PQCS의 건설공사 품질인증시스템 개발

2절에서 건설공사의 적합성평가에 대한 국내외 제도를 고찰하였다. 본장에서는 이 고찰 결과에 나타난 국내 건설공사 적합성평가 제도의 취약점을 보완하기 위해 건설 프로세스 품질의 적합성 평가 방법인 WASCON (World-wide Assessment System of Construction Quality Maturity Stage Manual)과 제조품질 적합성평가 방법인 AQUA(Advanced Quality Assessment System Manual)를 결합하여 건설 품질의 적합성 평가 시스템인 PQCS (Project Quality Certification System) 품질인증시스템을 개발을 수행

하고자 한다.

3.1 건설프로세스 품질의 적합성 평가

프로세스품질의 적합성평가는 ISO 9001과 ISO 9004를 적용한 스페인 적합성평가 제도((Spanish Standard ; UNE-66174)의 “품질시스템 성숙도 측정시스템”의 이론을 바탕으로 건설 품질시스템 성숙도 평가시스템 매뉴얼인 WASCON(World-wide Assessment System of Construction Quality Maturity Stage Manual)을 개발하였다.

3.1.1 WASCON의 구조

WASCON은 ISO 9001 QMS의 7개 요건의 성숙도를 평가 할 수 있도록 구성되어 있으며, 요건별 항목내용 및 하부요건 문항 수는 <Table 1> WASCON 성숙도 요건 분류표와 같다.

<Table 1> The Maturity Requirement Classification of WASCON

No	Clause of ISO 9001 Q M S	Maturity Requirement	No. of requirement
1	4	Maturity Level of the context of the organization Process	16
2	5	Maturity Level of the leadership Process	8
3	6	Maturity Level of the planning Process	12
4	7	Maturity Level of the support Process	44
5	8	Maturity Level of the operation Process	47
6	9	Maturity Level of the performance evaluation Process	13
7	10	Maturity Level of the Improvement Process	10
합 계			150

3.1.2 WASCON의 적합성 평가

WASCON은 품질경영 시스템 요건의 난이도에 따라 Level I에서 Level V까지의 단계별 성숙도 기준을 제시하고 있어 이 기준에 따라 품질시스템의 적합성 정도를 평가 할 수 있도록 Level Rating System 구조로 구성 하였다. 특히 공정률에 따라 시스템이 성장 발전해 가는 건설프로젝트의 특성을 반영할 수 있는 평가시스템을 개발하였다. 각 Level 단계에 따른 품질시스템인증 등급기준은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> The Quality Certification Level of WASCON

Quality Certification Level	Score (point)	Stage of quality level	Scope of evaluation	Target progress
LEVEL I	below 60	Quality planning stage	Establishment of the project quality management plan with procedures	below 20 %
LEVEL II	above 60 below 80	Quality control stage	Implementation of PQMS , Inspection and test control, Quality record control	below 50 %
LEVEL III	above 80 below 90	Quality assurance stage	Internal audit and data analysis, acquisition control on the project based	below 50 %
LEVEL IV	above 90 below 95	Quality improvement stage	Improvement of process and product on the project based. Evaluation of performance in project	below 80 %
LEVEL V	above 95	Customer satisfaction stage	Customer satisfaction score Achievement of project objective	below 80 %

3.2 제품품질(Quality of the Product) 적합성 평가

제품품질적합성평가는 싱가포르 적합성평가 제도인 「건설공사품질평가시스템(CONQAS Construction Quality Assessment System)」을 벤치마킹하여 「건설품질평가시스템 매뉴얼 (AQUA:Advanced Quality Assessment System Manual)」을 개발하였다.

3.2.1 AQUA의 구조

AQUA는 토목, 건축, 플랜트의 3개 부문으로 구성되어 있으며 각 부문마다 기술요건(Technical requirement)의 실행상태를 측정하여 그 적합성을 평가 할 수 있도록 구성되어 있다. 각 평가 부문별 요건 항목 내용 및 하부요건 문항 수는 <Table 3>과 같다.

<Table 3>The Evaluation Category of AQUA

Category	Items	Sub items
Civil	21	89
Architecture	339	1,087
Plant	16	436
Total	376	1,612

3.2.2 AQUA의 특성

AQUA는 건설공사의 시공품질(Workman-ship)을 평가하는 것으로 평가 항목은 <Table 3>의 요건항목에 따른다. 각 부문별 특징은 공통적이므로 일반인들의 관심도가 높은 건축부문을 대상으로 정리해보면, 예를 들어 건축공사의 경우 골조, 마감, 설비, 전기공사를 대상으로 평가함으로써 첫째, 제도적으로는 주택성능등급표시제, 친환경인증제도, 지능형건축물(IB) 인증제도 등에서 건축물의 성능 품질수준을 나타내는 공적인 제도에 대한 원천자료로 활용될 수 있다는 것이며, 둘째는 프로세스 접근방법에 의한 평가방법의 채택으로 자재의 성능발현이나 설계와 시방요건의 충족됨을 보장할 수 있어 하자보수나 실패비용 증가에 의한 기업 부담을 줄여 주고, 증가하는 고객의 다양한 욕구와 눈높이의 상승에도 대응 할 수 있다는 것과 셋째는 측정 방법에 대해 훈련된 적격한 품질평가사(Quality Surveyor)를 고용하여 독립적이고 객관적으로 평가활동을 수행하는 전문평가기관에 의한 권위 있는 평가수행으로 적합성평가의 신뢰성을 높일 수 있다는 장점이 있다.

또한 규모에 따라 요건 항목별 샘플링방법을 채택하고 하부요건에 가중치를 부여하고 있으며 적용항목은 합격, 불합격 또는 해당 없음으로 판정함으로써 계량화되며, 이는 미국의 크로스비가 제안한 “처음에 바르게 일하라!” (Doing it right the first time!)는 원칙에 따른 것으로 처음 작업할 때 제대로 하도록 하는 동기부여를 위해 재작업 및 수정작업 후의 측정은 인정하지 않는 것이 특징이다.

AQUA의 각 부문별 평가항목에 대한 가중치 부여는 이미 세계시장에서 성공적으로 적용하고 있는 싱가포르의 Conqus 21을 벤치마킹하여 시범현장을 선정하여 시범적으로 시행한 후 그 결과를 반영하고, 이 시행 결

과를 우리나라의 산업계, 학·연구계, 발주기관에 중사하는 건설 분야 전문가 집단⁽¹⁾의 자문을 거쳐 확정하였다.

<Table 4>The Weight of Building Construction by Facility

WORK PROCESS	PRIVIT RESIDENTIAL	PUBLIC RESIDENTIAL	BUILDING	INDUSTRIAL BUILDING
Structure	30%	35%	35%	45%
Finish	50%	45%	40%	25%
Mechanical	10%	10%	15%	15%
Electrical	10%	10%	10%	15%
Total	100%	100%	100%	100%

① Structure ; Quality assessment of the form work, re-bar work and PC work etc. in the work process and External work etc.

② Finish ; Quality assessment of the Ceiling, Internal wall, Floor, Window, Loop, Outer wall,

③ M & E ; Inprocess and final inspection of the electrical, HVAC, fire fighting, sanitary pipe, lighting, A/C condenser etc. AQUA manual p 11/92

3.3 PQCS에 의한 인증품질(Quality of the Certification) 적합성평가

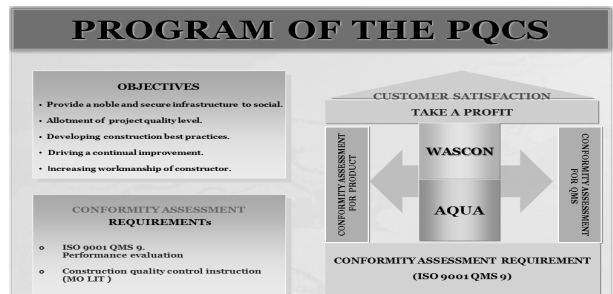
건설회사의 경우 ISO 9001 에 의한 품질인증이 회사의 경영시스템을 대상으로 인증범위를 정하다보니 다수의 건설프로젝트가 인증범위에서 제외되고, 회사의 생산제품을 다루는 건설프로젝트는 품질시스템인증이나 제품인증 없이 운영되고 있다. 즉, 건설프로젝트는 ISO 9001 에 의한 품질인증 없이 준공되어 고객에게 인도됨으로 인증의 신뢰성을 보장할 수 없게 된다.

따라서 본 연구는 건설프로젝트의 품질경영 프로세스와 제품을 동시에 평가하여 인증의 신뢰성 제고하고 고객만족을 극대화 할 수 있는 시스템인증과 제품인증을 통합한 프로젝트 인증시스템(PQCS : Project Quality Certification System) 을 개발 하고자 한다.

3.3.1 프로젝트 품질인증시스템(PQCS : Project Quality Certification System)

프로젝트 품질인증시스템(PQCS : Project Quality Certification System)은 [Figure 1]과 같이 프로젝트 프로세스 품질(Quality of the Process)인증 부문과 프로젝트 제품품질(Quality of the Product)인증 부문으로 구성되어 있다. PQCS는 프로세스품질인증 부문은 ISO 9001요구사항을 기반으로 개발된 WASCON(World -wide Assessment System of Construction Quality Maturity Stage)과, 제품품질인증 부문은 프로젝트의 기술적 요구사항을 기반으로 개발된 AQUA(Advanced Quality Assessment System)을 통합하여 시스템과 제품의 적합성을 종합적으로 평가

할 수 있는 프로젝트 품질인증시스템을 개발하고자 한다.



[Figure 1] Project Quality Certification System

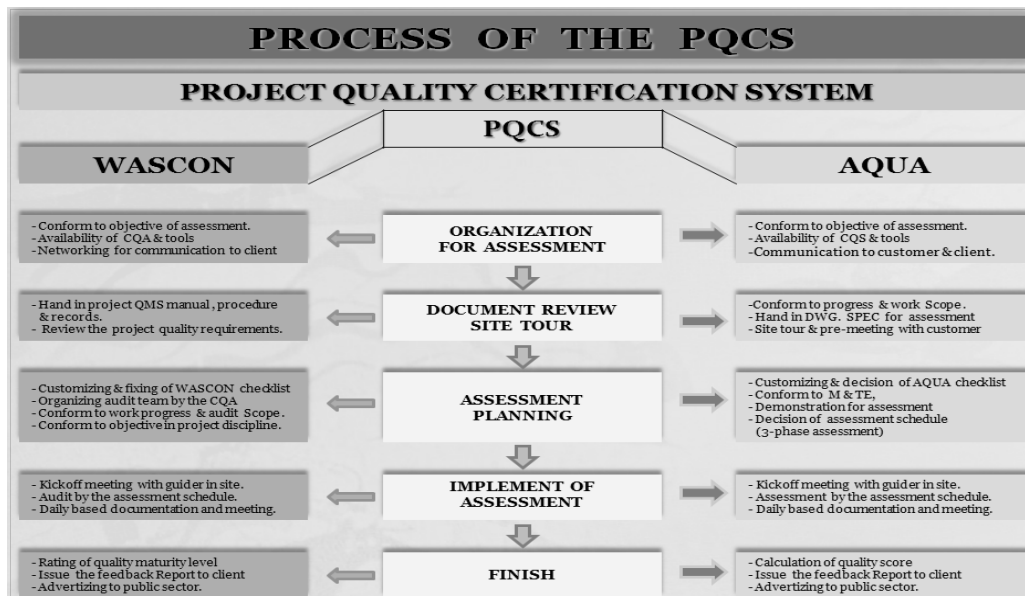
3.3.2 PQCS의 시스템의 구조. 및 평가절차

PQCS의 구조는 [Figure 2]와 같이 적합성평가를 위한 운영조직(Organization), 평가 기준(Evaluation Criteria), 평가 기법((Evaluation Tool & Tech), 평가 보고서 (Evaluation Report), 홍보 (Advertisement)로 구분된 5개 부문에 대해 시스템 평가기법에는 WASCON 을 제품평가 기법에는 AQUA를 적용하도록 2개 채널의 평가시스템으로 구성 되어 있다.

또한 평가절차는 [Figure 3]와 같이 시스템평가는 WASCON 매뉴얼 절차에 따라 평가단 구성, 문서검토, 평가계획 수립, 현장평가 실시, 평가 종결 순으로 진행되며, 제품평가는 AQUA 매뉴얼 절차에 따라 평가단 구성, 현장 확인, 평가계획 수립, 현장평가 실시, 평가 종결단계 순으로 진행된다. 종결단계의 보고서에는 시스템평가결과는 프로젝트의 품질경영시스템 성숙도가 달성레벨로 표기되며, 제품평가결과는 품질달성점수로 표기되도록 되어있다.



[Figure 2] The Diagram of PQCS



[Figure 3] The Flow Chart of PQCS

3.3.3 PQCS의 기대효과

PQCS는 제품 및 서비스의 적합성을 보장하고 품질 경영시스템의 효과성을 보장하여, 국민에게는 안전하고 품격 높은 시설물을 제공하고, 시설물의 품질기준과 정보를 제공하며, 생산자에게는 우수한 시설물 생산을 유도하고 건설기술과 연관 산업의 발전에 기여할 것으로 기대 된다. 특히 PQCS는 평가조직과 피 평가 조직이 공히 품질기준을 인식하고 적용함으로써 다음과 같은 적합성평가정보를 제공할 것으로 기대된다.

- 1) PQCS는 안전사고를 유발하는 부실공사실태를 정량적인 부적합 비율로 제시하여 개선의 기회를 찾게 한다.
- 2) PQCS는 정량적 표기로 프로젝트의 품질목표수립 시에 달성기준을 제시하고 달성여부를 판정하는 방법을 체계적으로 제공한다.
- 3) PQCS는 공인된 인증기관 또는 공인된 평가자가 적합성평가를 수행하므로 인증된 시설물은 안전에 대한 상응하는 공신력을 갖게 한다.

4) PQCS는 프로젝트 참여자들 스스로가 자긍심을 가지고 공사를 수행하여 부실공사를 예방하고 품질을 개선하는데 기여한다.

5) PQCS는 제3자 인증은 물론 「자기적합성 선언」을 통해 시설물 안전에 대한 신뢰도를 높이게 한다.

6) PQCS는 프로젝트간 서로 그 품질수준을 비교할 수 있어 선의의 경쟁을 유도하여 품질향상을 촉진한다.

7) PQCS는 프로젝트에 대한 인센티브의 적용으로 시장경제의 활성화에 기여하게 된다.

4. 실증 분석

4.1 자료의 수집 및 분석방법

연구의 표본설계를 위하여 선행연구를 고찰하였으며, 적합성 평가 관련 자료 수집은 건설공사의 특성을 고려하여 설문 방법이 아닌 해외 프로젝트의 벤치마킹 및 국내프로젝트를 시범프로젝트로 선정하여 운영한 결과를 대상으로 하였다. 또

한 이들 자료를 통해 적합성평가 3개 차원의 고객만족상태의 측정 분석은 2009년 건설공사의 품질경영시스템수준 평가모델개발에 관한 연구와 골조공사 인센티브 품질평가 시행결과 보고서를 적용하여 수행하였다. 이를 바탕으로 건설공사 적합성평가 품질 3차원과 구성요인을 프로세스품질 부문 7개와 제품품질 부문 3개 및 인증품질 부문은 각각 5단계성숙도와 100점 만점으로 정하였다.

4.2 신뢰성 및 타당성 분석

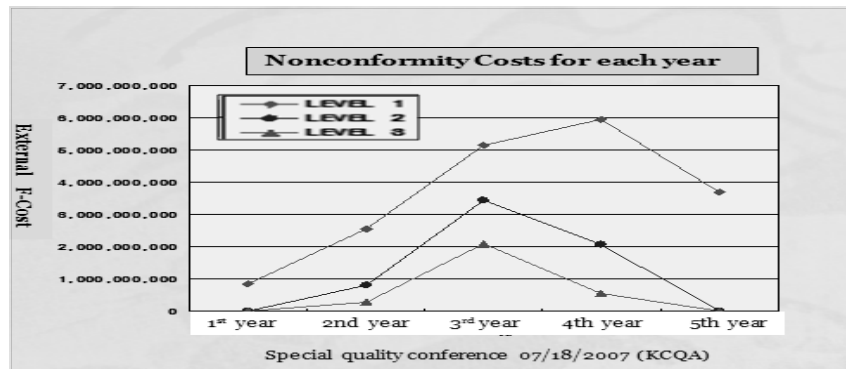
본 연구의 신뢰성 및 타당성 분석은 프로젝트 품질 적합성평가 차원의 프로세스 품질(Quality of the Process) 및 생산제품 품질(Quality of the Product) 과 인증 신뢰성 품질(Quality of the Certification)로 구분하고 각 차원별 세부 분석 항목은 < Table 5 > 프로젝트 적합성평가타당성분석 조건표 와 같다.

4.3 프로세스 품질(Quality of the Process) 적합성평가의 실증

프로세스품질의 적합성평가의 실증은 ISO 9001과 ISO 9004를 적용한 스페인 적합성평가 제도 ((Spanish Standard ; UNE-66174) 의 “품질시스템 성숙도 측정시스템” 의 이론을 바탕으로 개발된 WASCON (World-wide Assessment System of Construction Quality Maturity Stage Manual)을 적용하였다. WASCON이 고객만족에 기여하는 효과를 파악하기 위해 공동주택 124개 프로젝트를 대상으로 공사 준공 5년간의 하자 투입비용을 조사하여 WASCON의 성숙도 평가를 통해 실증한 결과를 [Figure 4] 연도별 하자 투입비추이도를 통해 분석 하였다. [Figure 4]는 WASCON의 성숙도 수준에 비례하여 연도별로 하자비용 투입에 차등됨을 보여준다. 이는 성숙도가 높아질수록 부실시공이 예방되어 외부 실패비용인 하자비용의 감소로 이어지고, 결과적으로 고객만족에 기여한다는 적합성효과를 잘 보여주고 있다.

<Table 5> The Analysis Chart of Project Suitability Evaluation Feasibility

CLASSIFICATION	ITEMS OF VALIDATION
Quality of the Process	<ul style="list-style-type: none"> - Maturity Level of the context of the organization Process - Maturity Level of the leadership Process - Maturity Level of the planning Process - Maturity Level of the support Process - Maturity Level of the operation Process - Maturity Level of the performance evaluation Process - Maturity Level of the Improvement Process
Quality of the Product	<ul style="list-style-type: none"> - Output of civil work process - Output of architecture work process - Output of plant work process
Quality of the Certification	<ul style="list-style-type: none"> - Certification for the civil construction project - Certification for the architecture construction project - Certification for the plant construction project

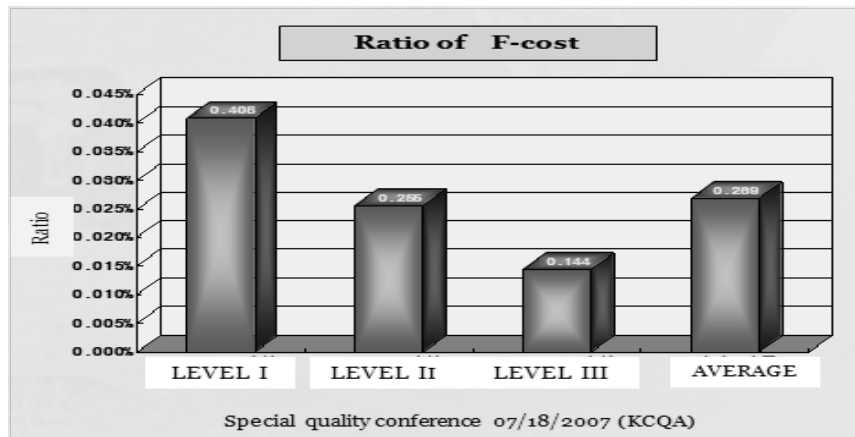


[Figure 4] Nonconformity Costs for each year⁽⁵⁾

또 한 계약고 대비 하자율을 나타내는 [Figure 5] 에서는 품질시스템 성숙도 LEVEL 3 달성 현장의 경우에는 매년 계약고 대비 0.144 % 의 하자비용을 지출하게 되고, 품질시스템 성숙도 LEVEL 2 달성 현장의 경우는 매년 계약고 대비 0.255 % 의 하자비용을 지출하게 되며, 품질시스템 성숙도 LEVEL1 달성 현장의 경우 매년 계약고 대비 0.408 % 의 하자비용을 지출하게 되는 것으로 나타났다. 즉, 성숙도가 높을수록 하자비용 지출이 줄어든다는 증거로 건설회사가 하자비용을 줄여 경상이익을 증가시키고 고객만족에 기여하

려면 프로젝트에 성숙도측정기준에 의거한 품질경영을 해야만 한다는 당위성을 보여주고 있다. 그리고 <Figure 6>는 프로젝트를 고객에게 인도하고자 시행하는 준공검사의 품질점수추이를 보여준다. 이 표에서도 WASCON의 성숙도 LEVEL이 높을수록 준공평가 점수가 높게 나타나고 있다.

이상의 실행사례는 프로젝트의 프로세스품질은 품질경영시스템 요건의 실행 정도에 따라 건설프로젝트의 하자율을 감소시키게 되고 고객만족을 증진하게 된다는 것을 실증한다.



<Figure 5> Contract Versus Nonconformity Costs Rate ⁽⁵⁾

Project	No. of Project	No. of Home	Contract price (million won)	External F-Cost (won)	Ratio of F-cost (%)	wascon level	Completion Score
LEVEL I Project	71	38,492	4,457,659	18,201,347,635	0,408	QP-stage	83
LEVEL II Project	36	20,066	2,472,407	6,303,316,261	0,255	QC-stage	85
LEVEL III Project	17	12,690	2,020,518	2,907,019,368	0,144	QA-stage	89
Average					0,269		86

<Figure 6>Nonconformity Costs Rate Versus WASCON Level & Completion Score ⁽⁵⁾

4.4 제품품질(Quality of the Product) 적합성 평가 실증

제품품질적합성평가의 실증은 싱가포르 적합성평가 제도인 「건설공사품질평가시스템(CONQAS 21: Construction Quality Assessment System)」을 벤치마킹하여 개발된 건설품질평가시스템 매뉴얼(AQUA :Advanced Quality Assessment System Manual)을 적용하였다. 제품품질(Quality of the Product)의 품질수준평가시스템(Quality Rating System)으로 AQUA 적용의 적절성은 2차에 걸친 시범현장(Demo Project) 운영을 통하여 입증하였다.

H-건설에서 2006년에서 2008년 말 까지 공동주택

7개 현장에 대한 골조공사와 2007년 5월부터 2008년 말 까지 2개 현장에 대한 마감공사를 AQUA에 따라 평가하였다. 이들 시범현장 중에 한 현장의 평가사례는 <Table 6> 과 같다. 회수에 따른 점수 추이 분석에 대한 차수별 상세변화를 보면 총23회 평가결과는 [Figure 7]철근콘크리트 골조공사의 평가점수 추이도와 같으며, 2차 시범 프로젝트의 총 59회 평가에 대한 결과는 [Figure 8] 철근콘크리트 골조공사의 평가점수 추이도(2차 프로젝트)와 같다.

이들 추이도의 시사점은 평가 회수가 진행됨에 따라 품질점수가 점차 높아져 간다는 것과 2차 프로젝트는 최초 프로젝트보다 더 높은 점수를 받고 있다는

것이다. 즉 AQUA는 제품품질(Quality of the Product)의 수준평가시스템(Quality Rating System)으로 매우 적절한 것임을 이 시범프로젝트는 입증하고 있다고 볼 수 있다. 또한 부적합이 줄어들고 부적합에 대한 재발방지를 위한 시정조치를 취할 수 있는 분석 자료제공은 고객만족도 측정지수로서 매우 고무적인 사항이 아닐 수 없다.

부적합에 대한 자료의 분석은 [Figure 9]의 주요 품질결함 발생 변화 추이 도에서 파악할 수 있다. 즉, 공동주택의 철근콘크리트 구조물 공사에 대한 평가결과 추이는 1차 평가 때 보다 2차 평가 때의 결함수가 모든 분야에서 대폭 줄어들었음을 보여 주는데, 2차 평가 때의 부적합의 감소는 곧 1차의 제품품질 수준 보다 2차의 제품품질 수준이 높다는 것으로 평가점수가 높다는 것은 부적합 발생이 상대적으로 적다는 것이며, 이는 제품품질수준이 평가점수 수준과 비례하므로 평가점수가 곧 품질점수로 표현될 수 있는 것이다. 이 분석결과를 AQUA가 제품품질(Quality of the Product

)의 품질수준평가시스템(Quality Rating System)으로 적용하는데 유용할 뿐 만 아니라 제품품질의 품질수준을 정량적으로 표시함으로써 고객 인식을 통한 고객 욕구 충족(고객만족)에 기여하는 효과적인 품질인증시스템으로 적격하다는 것을 실증하고 있다고 볼 수 있다. 특히 시범프로젝트에 참여한 협력업체에 대해서는 인센티브와 페널티 제도를 운영하여 우수업체에게 상금을 준 것은 높은 점수를 받고자 하는 자발적 동기부여와 협력업체 스스로 우수한 품질수준 달성에 대한 자긍심을 고취하는데도 기여했다. 또한 [Figure 9]에서 보는 바와 같은 주요 결함사항이 Feedback 되어 향후 작업자의 기능을 향상할 수 있는 개선의 기회를 제공하게 된다.

우리나라의 품질관리제도가 벌점관리를 하여 벌을 부과하는데 초점이 맞춰진 것을 고려 할 때 우수품질에 상금을 부여한 사례는 향후 품질관리 제도개선에 참고가 될 수 있을 것이다.

<Table 6> 000 PROJECT AQUA FINAL REPORT

1, Project name ; Yonngsan 00 Town construction					
2. Status of construction site					
1) Constructor : 00 construction company					
2) Evaluation date : 9.21.2006 - 4.16.2007					
3) No. of Evaluation: 23					
4) Evaluation scope: - Form work, Re-bar work Concrete Surface etc. - Concrete Slave total 23 Fl.					
5) No. of Evaluation by Building					
Building name	102	105	106	Total	Note
No. of Evaluation	9	8	6	23	Form work, Re-bar work, Concrete Slave
3. Evaluation criteria					
- Weight value of Evaluation scope : Form work 30%, Re-bar work 25% Concrete Surface 45%					
- Exceptional evaluation scope : Co-work item of subcontractor with other company					
4. Status of Score.					
Total score	Form work	Re-bar work	Concrete Surface		
85.84	94.35	92.98	76.24		
5. Analysis of the Evaluation result					
- Status of the quality					
Items	Form work(%)	Re-bar work(%)	Concrete Surface(%)		
Ratio of non-conformity items (No. of non-conformity items /No. of inspection items)x100	5.7	7	24		
Ratio of non-conformity items (No. of non-conformity items /Total No. of non-conformity items)x100	1.4	3.2	7.2		
Result	Good	Improved	Less increased		
Best practice	- Form surface - Joint gap treatment - Size of structure	- Fixing - Wrapping	- Conc' pouring (no down, no honey comb)		
Improved items	- Keep in Vertical Form work of Wall and post - Keep in cure date of mass concrete(Wall, post)	- Keep in depths of concrete surface	- Keep in Vertical Form work of Wall and post - Keep in level of balcony - Keep in cure date of mass concrete		

6. Analysis of the score in the evaluation step

- Score was increased according to the valuation step in the evaluation step.
- Concrete Surface quality level was low increased .

Evaluation step	Form work	Re-bar work	Concrete Surface
1st step	86.25	87.91	69.64
2nd step	96.99	94.98	78.86
3rd step	98.86	95.82	78.05
Total	94.35	92.98	76.21

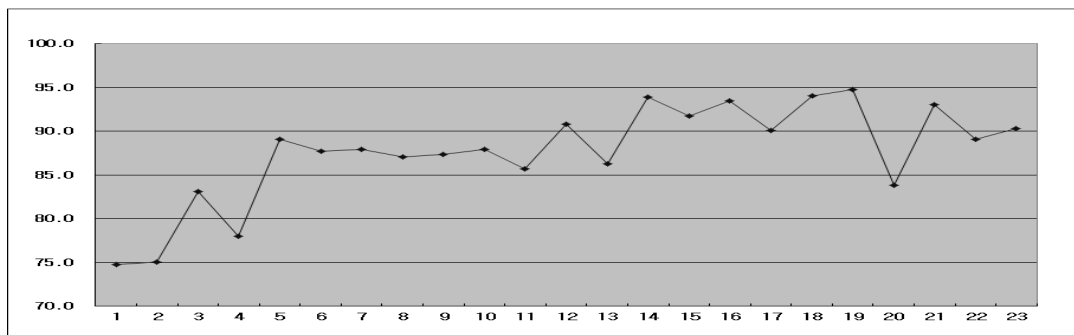
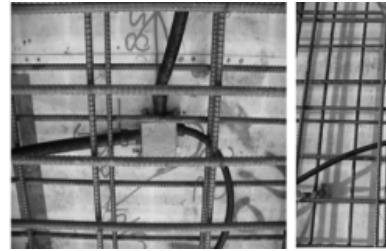
<Non-conformity Photograph 1>

Depths of concrete surface at wall.

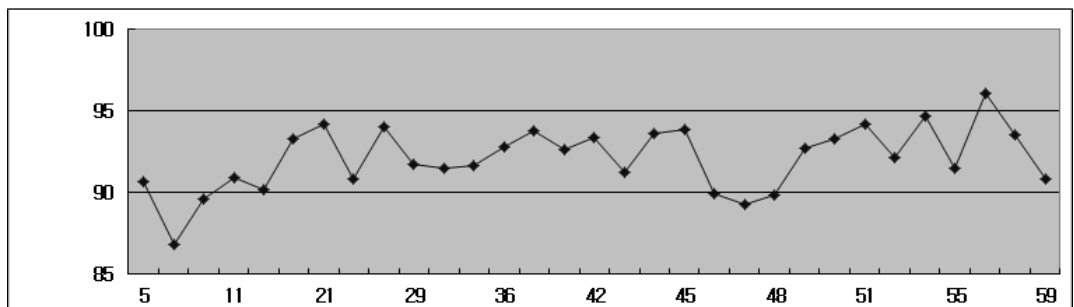


<Non-conformity Photograph 2>

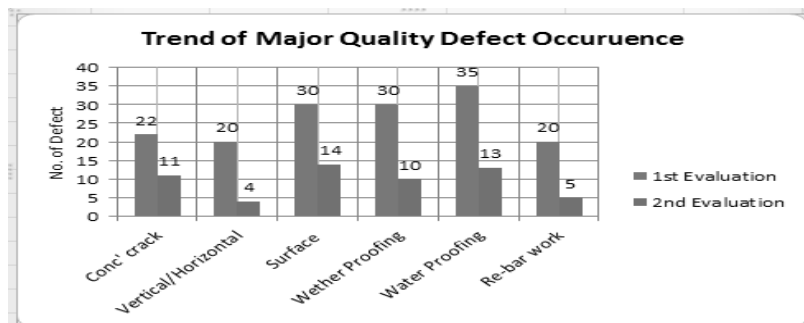
Depths of concrete surface at slave.



[Figure 7] Evaluation score of reinforced concrete frame construction(First Project)



[Figure 8] Evaluation score of reinforced concrete frame construction(Second Project)



[Figure 9]The Change Trend of Major Quality Defect Occurrence

4.5 PQCS에 의한 인증품질(Quality of the Certification) 적합성평가 실증

본 연구에서 제안한 PQCS의 일부가 2008년부터 2014년까지 7차에 걸쳐 정부가 주최하는 「대한민국 건설품질경영대상(CEA ; Construction Excellence Award)」의 평가기준으로 적용되어 실증되었고, 본

연구내용은 그 일부 사례를 편집게재 한 것이다. 건설 품질경영대상 심사기준으로 규정한 실행사례는 <Table 7> WASCON 현장평가 보고서의 사례에서 확인할 수 있다. 이 심사기준은 PQCS가 품질경영시스템 품질과 시공품질을 정량적으로 평가하는데 적합하다는 것을 실증하고 있다.

<Table 7> 00 Field Evaluation Report Case

2. 평가 점수 및 등급

귀 현장의 평가 등급은 아래와 같습니다.

	LEVEL I	LEVEL II	LEVEL III	LEVEL IV	LEVEL V
평가 등급	O				

구분	점수	평균	합계점수(%)	등급
합계 점수	1,000	702	70.2	
품질경영시스템	품질경영시스템	80	83	70.0
	경영체질	120	88	73.3
	자율관리	110	88	77.3
	제품실현	430	308	71.6
총점, 분석 및 개선	280	187	66.8	

1. 평가목적 및 개요

이 평가는 건설현장의 일부 프로젝트에 대해 일차적으로 중점관리로 관리하고 지속적으로 향상시킬 수 있도록 하기 위해 실시한다.

이 평가는 건설현장의 품질경영시스템 주요인 OAS/BO 9001의 중점사항, 경영진, 평가표 OAS/BO에 의해 실시하며, 평가결과 및 중점관리는 이 보고서에 기재한다.

이 평가는 OAS/BO 9001의 주요사항인 8가지의 프로젝트에 대해 평가를 한다.

- 중점경영시스템
- 경영체질
- 자율관리
- 제품실현
- 총점, 분석 및 개선

각 프로젝트에 대한 평가가 되어 있으며, 또한 프로젝트에의 각 부문 향상에 대한 평가가 되어 있다. 평가 시 각 부문향상에 대한 결과를 비교 이를 토대로 각 프로젝트에 중점을 둔다. 이를 토대로 하여 WASCON 특성을 갖는 현장평가 기준을 이룬다.

- LEVEL I: 최소 평균점수 70점 이상 (향후는 최소 평균점수 70점 이상)
- LEVEL II: 최소 평균점수 60점 이상 (향후는 최소 평균점수 70점 이상)
- LEVEL III: 최소 평균점수 50점 이상 (향후는 최소 평균점수 70점 이상)
- LEVEL IV: 최소 평균점수 40점 이상 (향후는 최소 평균점수 70점 이상)
- LEVEL V: 최소 평균점수 30점 이상 (향후는 최소 평균점수 70점 이상)
- 단, 각 부문에 포함된 최소 평균점수의 향상을 최소 평균점수를 동시에 만족시켜야 함

또한, 이 보고서는 각 현장의 평가결과를 산업경영 중점관리 프로젝트, 향상의 수준 및 개선의 필요성에 관한 정보를 제공한다.

또한, 이 평가에 따른 평가결과 및 중점관리 중점사항을 중점사항을 나타내지 않고, 또한, 해당 중점사항을 WASCON 평가표, AS 부문, 평가표 9001, 9002, 9003, 9004에 기재할 수 있는 기준을 준수하여 평가결과에 영향을 주지 않아, 그 영향은 최소화 되도록 한다.

3. 평가 점수의 Graph 및 Benchmark

3.1. 건설품질경영시스템 점수 Graph (달성도)

구분	점수	달성도 (%)
품질경영시스템	83	70.0
경영체질	88	73.3
자율관리	88	77.3
제품실현	308	71.6
총점	702	70.2

3.2 Benchmark diagram

WASCON 현장평가 보고서

평가현장: 잠실 시영단지 재건축아파트 신축공사 현장

보고서번호: WASCON-
 심사일: 2007.06.22
 심사장소: 삼성시영단지 재건축아파트 신축공사 현장
 심사기준: C8/BO 9001 & WASCON
 심사팀: 김진규, 이현, 김태희, 이현, 김태희, 이현(차장)

「프로젝트 품질인증 시스템」에 의한 적합성평가는 현재의 적정성확인 및 적절성확인으로는 불충분한, 부실시공을 예방 하여 미래 성장 잠재력이 높은 베스트 프랙티스를 찾고, 특히 경제적 신 성장 기회를 창출할 수 있는 비즈니스 모델을 발굴하기 위한 평가기법이다. 「프로젝트 품질인증 시스템」에 의한 적합성평가는 품질경영시스템 인증 차원을 넘어 신 성장역량을 평가할 수 있도록 현재의 품질 경쟁력 수준, 미래 준비수준, 지속가능 수준에 대해 2대 영역(시스템의 적합성, 제품의 적합성)의 200 내지 1,200여개의 개별 지표별 평가 및 지표 간 적합도(fitness)를 측정 평가하여 산출한다.

「프로젝트 품질인증 시스템」에 의한 적합성평가의 적용효과를 정리해 보면 다음과 같다.

① 현재의 경쟁우위와 미래 시장에 대비함으로써 경영 건전성을 높이고 리더십의 불확실성을 낮추도록 모든 성과지표에서 전반적으로 탁월한 기업이 되도록 유도한다.

⇒ Feedback Report는 회사의 강점, 약점, 위험요인과 기회요인을 제공하고 현재의 품질경쟁력 수준을 보여 준다.

② 프로젝트 성과측정이 가능하여 경영혁신의 기회를 제공한다.

⇒ 프로젝트의 성과가 달성수준(Level Rating)으로 표시되어 더 상위의 수준에 도전할 수 있도록 유도한다.

③ 프로젝트 수행단계에 따른 품질달성 상태와 고객만족 수준을 제시한다.

⇒ 프로세스를 준비, 진행, 마감 단계로 결합이나 부적합을 알 수 있어 고객만족여부를 판단하게 된다.

④ 시공 프로세스별 품질목표관리와 품질비용 관리가 가능하다.

⇒ 제품적합성평가인 AQUA는 적합과 부적합을 명확하게 구분할 수 있도록 구성되어 부적합을 처리하는 실패비용과 평가 비용 및 예방비용을 산정할 수 있다.

⑤ 협력업체 품질경쟁력을 정량적으로 평가하여, 협력업체의 능력제고와 동반성장의 기회를 제공한다.

⇒ 대령건설사는 공사를 직접수행하지 않고 거의 모든 시공프로세스를 협력업체가 수행한다. 프로세스를 평가하여 Scoring하므로 협력업체의 기량이 그대로 평가서에 나타나게 된다. 따라서 이를 활용하여 협력업체 능력을 평가 할 수 있고, 동반 성장의 기회를 제공하게 된다.

⑥ 실패사태의 현상, 원인, 조치사항을 명확하게 파악할 수 있어 실패비용을 절감 할 수 있다.

⇒ 모든 부적합은 단순한 재작업이나 보수작업으로 끝나는 것이 아니라 부적합의 원인을 근본적으로 제거하여 재발을 예방하는 시정조치요구서를 발행하므로 이러한 조치로 실패비용을 절감하게 된다.

⑦ 부실시공을 방지하여 건설실패비용이 감소되고, 시설물의 안전성을 보장할 수 있다.

⇒ 프로세스의 실패는 프로젝트의 실패인 부실시공으로 이어지고 프로젝트의 실패가 안전사고를 유발하여 큰 손실을 가져온다. 결국 이러한 재해를 막으려면 완벽한 품질시공 품질달성수준 Level 5를 취득 할 수 있어야 한다.

⑧ 건설기술자의 시공능력 향상에 기여한다.

⇒ 적합성평가 기준을 공유함으로써 기준에 맞는 기량을 갖추게 되고 실패가 없는 시공능력을 갖게 된다.

⑨ 건설품질관리비용의 투명성이 확보된다.

⇒ 실패비용을 줄이기 위한 예방활동이 강화하는 데 필요한 비용과 시공비용이 명확하게 구분된다.

⑩ 프로젝트의 이해관계자 만족과 예측가능 경영을 하여 리스크를 최소화 시킬 수 있다.

⇒ WASCON의 요건대로 프로세스와 제품의 품질목표

를 수립하고 달성하기 위해 이해관계자의 니즈와 위험요인을 파악하여 관리하여야하므로 고객만족달성 여부를 예측할 수 있고, 리스크에 대한 조치를 취 할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 국내 건설공사 적합성평가 제도의 취약점을 보완하기 위해 건설 프로세스 품질의 적합성 평가 방법으로 개발한 WASCON (World-wide Assessment System of Construction Quality Maturity Stage Manual)과 제조품질 적합성평가 방법으로 개발한AQUA(Advanced Quality Assessment System Manual)를 결합하여 건설 품질의 적합성 평가 시스템인 PQCS (Project Quality Certification System) 품질인증시스템을 개발하고 실증하였다.

PQCS는 품질인증을 시스템인증과 제품인증으로 구분하고, 품질시스템인증시스템인 WASCON의 적용으로 시스템의 적합성 효과를 실증을 하였으며, 제품품질인증시스템인 AQUA를 적용하여 그 적합성을 실증을 하였다.

WASCON은 프로젝트의 특성을 반영하여 품질시스템의 성숙단계를 5단계로 정량화된 측정기준을 제시하고 있으며 공정진행에 따라 품질달성수준을 목표로 제시함으로써 미래에 대한 준비와 지속성장을 가능하도록 하였다.

AQUA는 결함이 있거나 부실한 제품은 고객에게 넘기지 않는다는 품질경영원칙에 따라 시공프로세스를 공사 진행 단계별로 3단계(시공 전, 시공 중, 마감)의 검측프로세스를 채택하고 있으며, 건설공사 품질을 좌우하는 기량(Workmanship)에 대한 측정기준을 제시하고 있다. 3단계 검측프로세스는 부실시공을 예방함으로써 시공품질을 확보하여 하자가 없는 시설물을 인도하여 고객만족을 달성 할 수 있도록 하였다.

이들 시스템에 대한 적합성은 모두 시범프로젝트를 운영하여 실증하였으며, 그 결과는 정량적 표현이 가능한 프로젝트 품질인증 시스템으로서 적격함을 입증 하였다.

추후 인증제도 운영에 필요한 적합성평가 주체, 평가결과 활용 등 건설특성에 맞는 인프라스트럭처와 관련된 자원 확보방안 등에 대한 연구가 요구된다.

6. Reference

- [1] Korea Construction Quality Association (2007), "The Maturity evaluation manual of Construction quality system."
- [2] Korea Construction Quality Association (2007), "The Evaluation Manual of Construction Quality System."
- [3] Korea Construction Quality Association(2016)
- [4] National Institute of Land Research, Ministry of Construction and Transportation(2001), "A study on the management plan of construction project management system."
- [5] Kab Soon Lee, (2009), "A Study on the Development of Evaluation Model of Quality Management System in Construction Project", Kyung nam University Graduate School.
- [6] Kab Soon Lee,(2007)Maturity evaluation case of construction quality management system, Hyundai Engineering & Construction Co. Ltd.
- [7] Hyeon Cheol Lee(2015), "Institutional Improvement Method of Quality Management
- [8] in Construction Work-Focusing Mainly on the Construction and Technology Promotion Law, Graduate School of Construction Legal Affairs Kwang woon University.
- [9] Sang Hoon Song, Hyun Soo Lee, Moonseo Park(2006), "Quality Performance Management System for Construction Projects Using Quality Performance Indicators" Korean journal of construction engineering and management.
- [10] CMAA(2010)Construction management standards of practice.
- [11] ISO/IEC 17000 Conformity assessment - Vocabulary and general principles 2004 Switzerland : International Organization for Standardization.
- [12] ISO/IEC 17050-1 Conformity assessment -Supplier's declaration of conformity 2004 Switzerland : International Organization for Standardization.
- [13] ISO/IEC 17021 Certification Audit. 2015 Switzerland: International Organization for Standardization.
- [14] HB90.3-2000:The Construction Industry Guide to ISO 9001:2000 Australia Standards,2001 Australia.
- [15] UNE-66174 Spanish Standard(AENOR) 2003 Spanish.
- [16] ISO 1006:1997 Quality management-guideline to quality in project management 1997 Switzerland: International Organization for Standardization.

저 자 소 개

이 갑 순



광운대학교 전기공학과 학사, 경남대학교 대학원에서 산업공학과 석사, (주)현대건설 31년 근무, 현재 한국교통대학교 대학원 산업경영공학과 박사과정에 재학 중. 관심 분야: 건설품질

배 영 주



현 한국교통대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중. 동국대학교 산업공학과에서 공학사, 공학석사, 공학박사, 학위를 취득하고, 미국 University of Washington에서 Visiting Professor를 역임하였음. 주요관심분야는 통계응용, 품질경영, 연구개발론, 벤처경영