

## 성능설계 인증방안을 위한 기술적 제한에 관한 연구

### A Study on Technological Limits for the Performance Evaluation

양태선<sup>1)</sup>, Tae-Seon Yang, 김제경<sup>2)</sup>, Je-Kyung Kim, 구재동<sup>3)</sup>, Jae-Dong Koo

<sup>1)</sup> 김포대학 건설정보과 부교수, Assoc. Professor, Dept. of Construction Information, Kimpo College

<sup>2)</sup> 경동기술공사 상무, Executive Manager, Kyoung Dong Engineering Co., Ltd.

<sup>3)</sup> 건설기술연구원 책임연구원, Chief Researcher, Korean Institute of Construction Technology

**SYNOPSIS** : This paper describes the method of evaluation on performance-based design is basically studied including the technological limits. To do this, evaluation items of the foundation structure are studied, related facilities etc.

**Keywords** : evaluation, technological limits, performance design

## 1. 서론

우리나라의 기초구조물에 대한 성능기준은 그동안의 성능관련 연구가 많지않아 충분한 자료가 미비되어 있으며 관련기관의 논의도 부족한 실정이다. 그러므로, 기초구조물의 성능설계법에 대한 한국형 기준을 제시하여 보다 안정적이고 공용성을 확보한 기초구조물 설계가 될 수 있는 기준이 필요하다. 이로써 모든 토목구조물의 기초가 경제성과 시공성 및 안정성을 확보하여 보다 혁신적인 설계기준의 근간을 이룩할 수 있다. 이를 위하여 기초구조물 별 안정성과 침하평가를 고려한 성능설계, 기초구조물 별 노후정도 및 경제성을 고려한 성능설계 기준 구축, 기초구조물 별 목표성능을 고려한 설계시공 편람 작성, 기초구조물의 생애주기별 목표성능 표준화 방안에 대한 연구가 필요하다 하겠다.

또한 국내 설계기준의 경우, 선진국의 기준을 모방하는 수준에 그치는 경우가 많고, 지방서의 경우, 형태는 선진국의 체계를 따르고 있으나, 내용은 선진국의 수준에 미치지 못하는 경우가 많다. 현재의 국내 건설기준 체계는 구조물의 기술적 조건을 충족시키려는 규정 및 사양중심의 기준이며, 시설물별로 분류된 체계이다. 구조물의 목표성능은 구조물기초와 관련된 구조물의 한계상태에 대하여 안정성, 사용성의 성능이 고려되고 시공성, 경제성도 비교하여 결정된다. 이러한 요구성능과 안정성을 확인하기 위하여는 설계시 필요조건인 지반정수의 결정, 지방조건 등이 신뢰성이 확보되는 값이 되어야 하며 또한, 민간 또는 정부차원의 인증기관을 통한 인증이 필요하다고 생각된다. 본 논문에서는 국내에 성능설계를 고려한 지방기준과 적용을 하는 경우 성능설계 결과의 타당성과 성능설계를 이용한 시공성의 확인 및 검증작업이 필요하므로 이에 관련한 국내기관과 인증방법의 절차에 대하여 검토 하였다.

## 2. 구조물 기초의 성능기준 정비

### 2.1 설계기준의 정비

국내의 구조물기초와 관련된 설계기준은 구조물기초 설계기준(2008), 구조물기초 설계기준 해설(2009)

가 있으며 도로설계 편람 및 터널설계 편람들이 진행중이나 아직 성능설계 개념의 도입은 연구가 초보 단계에 이르고 있다. 성능설계의 기준정비는 기존의 설계기준의 해석기준과 설계기준 항목에 성능설계 관련 항목을 포함시키는 것이 중요하다. 또한, 이러한 설계기준외에도 기초 구조물 관련 시방서에도 동일한 성능설계 항목이 포함되어 있어야 한다. 이러한 설계기준과 시방서를 포함하여 실제 설계기술자와 시공자, 그리고 발주자(감독자)가 성능설계 개념을 이해할 수 있는 성능설계기준의 해설이 필요하며 관련 학회나 연구소에서 이러한 관점에서 연구가 진행되어야 할 것이다. 이러한 일련의 과정을 도표로 나타내면 다음과 같다.

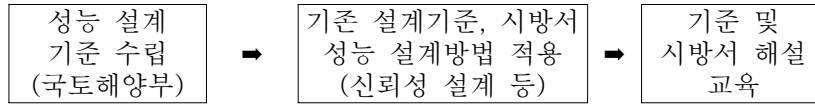


그림 2.1 설계기준의 연관성

그러므로, 구조물 기초의 설계는 지반정수와 같이 불확실성을 줄이기 위한 신뢰성설계법은 설계의 과정에 포함되는 여러 설계변수들(구조 단면의 형상 및 재료특성, 현장조건의 지반특성, 설계하중의 강도 및 작용위치 등)의 불확실성을 허용치 이하로 하여 기존의 설계방법을 보완할 수 있다.

구조물기초 성능설계의 인증 수준은 레벨화(편람, 지침, 기준, 시방서 등)가 되어야 할 것이며 구조물 기초 기술만이 아니라 다른 상부 구조물과의 연관된 기술도 포함한 차이를 두어야 하고 국내 조사 연구 결과도 포함되어 국내기준으로 그치는 것이 아니라 세계 시장에서도 통할 수 있는 국제적 기준이 되도록 해야 한다.

## 2.2 성능설계 기준 인증방향

성능설계의 인증범위는 성능설계의 규정이 명확하게 규정되어 모든 기술자가 교육을 받아 그 기준의 내용을 실무에 적용할 수 있도록 계속교육이 진행되어야 하며 평가항목에 대한 지속적인 연구가 진행되어야 한다. 구조물 기초와 관련된 다양한 분야의 성능설계의 기술인증체도가 필요하며 그 범위는 계획, 설계, 시공, 계측, 검사등의 전체 건설분야가 되어야 한다. 성능설계에 포함되는 인증이 필요한 성능기술의 범위는 국가가 소유하고 있는 기술, 개인이 소유하고 있는 기술, 회사가 소유하고 있는 기술도 포함하여 성능기준의 표준화가 이루어 져야 한다. 이를 위해서는 객관성을 유지하기 위하여 관련학회에서 전체적인 범위에서 구조물기초 분야에 대한 메뉴얼을 만들 수 있을 것이다. 또한, 인증 수준은 레벨화(편람, 지침, 기준, 시방서 등)가 되어야 할 것이며 구조물 기초 기술만이 아니라 다른 상부 구조물과의 연관된 기술도 포함한 차이를 두어야 하고 국내 조사 연구 결과도 포함되어 국내기준으로 그치는 것이 아니라 세계 시장에서도 통할 수 있는 국제적 기준이 되도록 해야 한다.

성능설계의 인증절차에 대해서는 국가에 직접적으로 또는 설계 및 시공자가 인증하는 방법은 객관성을 부여받기가 어려우므로 일본의 경우와 같이 국가나 지정성능평가기관의 성능기준 평가를 받은 후, 장관에게 평가결과를 인정받고, 다음에 건축주사나 지정확인검사기관의 확인을 받아야 하는 흐름이라면 국내의 경우 지정성능평가기관이 설립이 되어야 한다. 지정성능 평가기관은 시공자, 설계자, 감독자가 공인할 수 있는 제도(법률, 인력, 규정등)가 이루어져 독립된 법인으로 운영되어야 한다. 특히 지정확인 검사기관의 경우는 국내의 건설교통기술평가원, 한국표준협회와 같은 기관에서 신기술 평가, 산업표준화 및 품질의 조사, 연구, 개발 및 보급 경험을 토대로 건설기술의 진흥과 생산능률의 향상을 도모하고 건설기술 발전에 기여하며 성능중심 설계의 표준화 기반을 구축하고 건설기준 표준화에 대한 연구개발을 통하여 국가 경쟁력을 제고할 수 있는 역할을 할 수 있어야 한다.

더구나, 이러한 성능 평가기관의 결과에 대한 신뢰성이 확보될 수 있는 제도적 장치(확인 검사기관의 검증)가 필요하며 그에 따른 성능관련 기술인력의 확보가 필요하다고 생각된다. 그러므로 성능평가 기술

에 대한 기술도서의 지속적인 연구와 기술인력의 지속적인 교육을 위한 성능기술관련 교육기관이 필요하다.

구조물기초의 성능설계의 인증방법은 성능설계의 규정이 표준화된 규정이 학회차원에서 이루어져서 모든 기술자가 교육을 받아 그 기준의 내용을 실무에 적용할 수 있도록 교육기관에 의한 교육이 있어야 한다. 인증절차에 대해서는 국가에 직접적으로 또는 설계 및 시공자가 인증하는 방법은 객관성을 부여받기가 어려우므로 지정성능평가기관의 성능기준 평가를 받고 성능검사 확인기관의 검증을 받는 것이 바람직하다고 판단된다.

## 2.3 성능설계의 인증 절차

### 2.3.1 외국의 인증 제도

구조물 기초의 성능설계 기준은 기존의 성능기준과 시방서에 대한 정리와 성능설계 항목의 수록만으로 이루어지는 것이 아니며 제도적인 장치가 되어야 한다. 즉, 성능기준을 성능규정화 함에 따라 성능규정화에 따르는 다양한 설계가 가능해짐으로서, 국가나 기술력을 가진 제3의 등록확인기관이 기술기준의 적합성을 확인해야 한다. 일본의 항만분야의 성능설계의 경우 표준설계법을 적용하는 경우와, 계약자가 독자적인 성능기준을 사용하는 경우를 허용하고 있다. 이 중 독자적인 성능기준을 사용하여 표준설계를 따르지 않는 경우에 등록확인기관이나 국가의 승인을 받아야 한다. 국토교통성이 정한 설계방법이 아닌 경우에는 등록확인기관이나 국가에 의한 기술기준의 적합성을 확인받아야 발주기관의 심의를 받을 수 있다. 일본은 항만구조물에 대하여 항만법에 기초하여 등록확인기관제도에 대하여 다음과 같이 규정하고 있다. 등록확인기관은 국토교통대신의 인가를 받아서 설립하며 등록 확인원은 학력과 실무요건을 법으로 정하게 되어 있다. 등록확인기관에는 별칙제가 적용되며 계약자의 확인 신청 절차를 거치며 등록확인기관의 확인을 의무사항으로 하고 있다. 항만법과 달리 건축기준법에서는 지정성능평가기관과 지정확인검사기관을 설립하도록 되어 있다. 지정성능평가기관은 성능기준의 적합성을 평가하는 기관으로 일본건축센터의 10개 정도가 국토교통성의 인가를 받고 있으며, 지정확인검사기관은 항만법의 등록확인기관과 동일하다. 기존 시방기준에 의한 경우와 초고층건축물 등의 고도의 검증방법이 필요한 경우로 이원화되어 운영된다. 전자의 경우에는 건축주사(공무원)나 지정확인검사기관의 확인을 받으면 되나, 후자의 경우에는 국가나 지정성능평가기관의 성능기준 평가를 받은 후, 국토교통성 장관에게 평가결과를 인정받고, 다음에 건축주사나 지정확인검사기관의 확인을 받아야 한다. 즉 성능기준은 지정성능평가기관에, 설계결과는 지정확인검사기관의 확인을 받아야 하는 절차이다.

### 2.3.2 국내 등록 및 확인기관 제도의 기술적 한계

성능설계에 완료하기 위해서는 우선적으로 성능설계 결과의 신뢰성이 확보될 수 있는 제도적 장치가 필요하며 성능설계가 가능할 수 있도록 관련 설계기술 인력의 확보가 필요하다. 그러므로, 국내 건설기술교육원이나 관련학회등과 같은 성능설계 교육기관에서 성능평가 기술에 대한 교육 프로그램을 준비해야 하며 성능설계 및 시공관련 기술도서의 보급과 기술자료의 지속적인 연구가 필요하다. 이를 위해서는 제도적으로 성능설계를 검토하고 설계에 적용할 수 있는 시행령이 필요할 것이며 이에대한 연구도 진행되어야 한다. 외국의 관련기관과 교류를 통하여 기술제도, 기술교재 및 기술자의 계속교육에 대한 자료도 보급되어야 한다. 성능설계 관점에서 성능 설계 결과에 대하여 적합성을 검증할 수 있는 외부 검사기관의 수립도 고려할 수 있다.

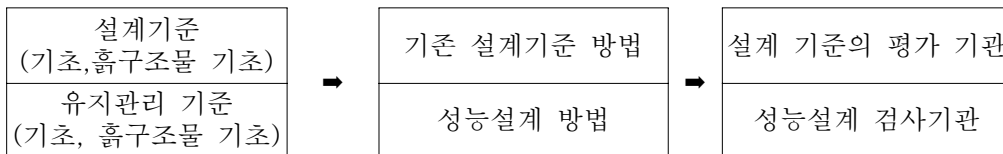


그림 2.1 설계기준의 연관성

성능설계의 인증절차는 국가에서 설계기준 및 지방서등 성능규정화가 이루어질 수 있는 제도적 장치를 담당하고 민간기관에서 성능설계의 평가 및 검증기관을 담당하고 그 결과를 국토해양부 장관에게 성능설계의 기준 평가를 받은 후 외부의 지정확인검사기관의 확인을 받아야 하는 흐름이 중요하다. 외부의 지정확인 성능설계 검사기관은 건설기술연구원이나 건설기술평가원등이 담당할 수 있을 것이다.

또한, 지정성능 평가기관은 성능설계 검사기관의 내용에 대하여 평가를 담당하게 되는데 시공자, 설계자, 감독자가 공인할 수 있는 제도(법률, 인력, 규정등)가 이루어져 독립된 법인으로 운영되어야 한다. 지정확인 검사기관의 경우는 국내의 건설교통기술평가원, 한국표준협회와 같은 기관에서 담당할 수 있을 것이며 신기술 평가, 산업표준화 및 품질의 조사, 연구, 개발 및 보급 경험을 토대로 건설기술의 진흥과 생산능력의 향상을 도모하고 건설기술 발전에 기여하며 성능중심 설계의 표준화 기반을 구축하고 건설기준 표준화에 대한 연구개발을 통하여 국가 경쟁력을 제고할 수 있는 역할을 할 수 있다.

성능설계 검사나 평가기관의 내용은 시공시 또는 유지관리시 수정될 수 있다. 성능설계 제도의 최종적인 시스템은 성능설계 검사나 평가결과와 유지관리시의 내용에 대한 검증기관이 필요하다. 국내에서는 이에대한 제도적 내용이 확립되어있지않으므로 기술적인 한계가 되고 있다. 이러한 검증기관은 국가기관이 아닌 법인기관에서 담당해야 할 것이며 성능설계의 토착화나 외국 설계 기준과 대등하게 설계기준의 수립 및 검증이 가능할 수 있도록 국내의 건설감리협회등도 가능할 수 있을 것이다.

특히 성능설계기준의 평가, 검증, 확인절차가 아무리 만족스럽다 할지라도 성능설계를 검증할 수 있는 시스템이 확인되어야 한다. 더구나 구조물 시공후 유지관리시 요구되는 검증값을 만족할 수 있어서 구조물의 복구성과 안정성을 확보할 수 있는 요구 성능설계 기준 시스템이 확립되어야 한다.

### 3. 결론

인증절차에 대해서는 지정성능평가기관의 성능기준 평가를 받고 성능검사 확인기관의 검증을 받는 것이 바람직하며 시공시 또는 유지관리시 성능설계 내용에 대한 검증기관을 통하여 수정될 수 있어야 하므로 학회나 연구소 또는 공공기관의 성능검증 시스템이 확인되어야 한다고 판단된다.

### 감사의 글

이 논문은 건설교통R&D정책·인프라사업, "성능중심의 건설기준 표준화" 과제('06~'11) 연구결과의 일부입니다.

### 참고문헌

1. 국토해양부(2008), 구조물기초 설계기준
2. 한국지반공학회(2009), 구조물 기초 설계 기준 해설
3. 대한건축학회(2004), 성능설계법에 의한 건축기초구조 설계지침
4. 일본지반공학회(2008), 철도시설의 성능설계, 토와기초, 2008년 5월, pp 10~14