

국내외 표준 시방서의 거푸집 설계 관련 규정의 비교

Comparison of Domestic and Foreign Standard Specifications on Form Design

전 규 남* **최 성 용**** **백 대 현***** **한 민 철****** **한 천 구*******
 Jeon, Kyu-Nam Choi, Sung-Yong Baek, Dae-Hyun Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

This study investigated the typical standards of B kind of standard specification related to home and abroad forms design and compared them, and the results can be summarized as follows. In case of domestic standards, regulations on most forms design was described relatively in detail, and in case of CTEA among them, it included detailed contents of load conditions, lifting and subsidence. In case of abroad standards, the design regulations are only simply mentioned, not in detail, in ACI, CEB-FIP and BS, and JCI and JASS were similar to domestic KCI and KASS regulations. As to structural calculation in forms design regulations, most of domestic regulations included detailed matters on structural calculation, among them, CTEA shows the most detailed matters on it. On the other hand, it could be known that in case of abroad standards, most standards do not include matters on structural calculation except ACI, JCI and JASS.

키 워 드 : 거푸집, 표준시방서, 거푸집 설계
Keywords : Form, Standard specifications, Form design

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

거푸집 공사는 마감작업의 바탕재인 구조체 품질에 미치는 영향이 크므로 합리적인 재료 및 공법 선택을 위한 공사시방서의 구비는 매우 중요한 사안이다.

그러나 우리나라의 거푸집 관련 공사 시방서는 시방서를 출간한 학회 및 협회마다 규정이 상이하여 국가차원에서 일원화 되어 관리되지 못하고, 서로 단절되어 적용되고 있으며, 공사 종류별로 관련 규격이 상이한 부분이 존재하여 실무적용에 적지 않은 혼선이 있어왔다.

따라서, 본 연구에서는 현재 거푸집 관련 내용을 규정하고 있는 국내외 대표적인 공사 시방서 8종을 선정하여 다양한 사항 중 특히 거푸집 설계부분에 대한 규정을 상호 비교하므로서 거푸집 관련 시방 규정에 대한 차이점을 분석하고자 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구에서는 국내 공사시방서로서 건축공사표준시방서(이하 KASS), 콘크리트 표준시방서(이하 KCI), 가설공사 표준시방서(이하 CTEA)의 3종류와 미국 ACI 347-04(이하 ACI), 유럽 CEB-FIP MODEL CODE 1990(이하 CEB-FIP), 영국 BS EN

13670(이하 BS) 및 일본 콘크리트 표준시방서(이하 JCI), 일본 건축공사 표준 사양서(JASS)의 5종류를 대상으로 각 시방서별 거푸집 관련 규정 중 설계일반부분과 구조계산 규정을 조사하고 상호 차이점을 비교 분석하고자 한다.

2. 국내외 거푸집설계에 대한 규정 상호비교

2.1 국내외 거푸집 설계부분 매트릭스 비교

표 1은 본 연구에서 조사한 국내외 8종의 표준시방서 중 거푸집 설계부분에 대한 관련 규정을 상호 비교분석한 결과를 매트릭스로 표기한 것이다. 거푸집설계에 관한 규정은 국내외 모두 거푸집의 설계에 관한 개괄적인 지침을 제시하고 있었다. 그 중 국내의 KASS와 CTEA에서는 허용응력설계법으로 설계하도록 규정하고 있었으며, 국외의 ACI또한 허용응력설계법으로 규정하고 있었다.

거푸집 구조계산에 있어서 국내의 경우 CTEA만 구조계산에 대한 구체적인 규정을 명시하고 있을 뿐 대부분 개괄적인 설명에 그치거나 언급되지 않고 있었고, 여타의 시방서에서는 언급되고 있지 않았다. 그 외 가새와 거푸집의 기초에 대한 개략적인 규정이 KCI와 CTEA에서만 언급되고 있었다. 국외의 경우 JASS에서

는 거푸집 설계와 관련하여 구체적인 계산방법을 제시하고 있었으나, CEB-FIP를 제외하고는 대부분 수직, 수평 및 콘크리트의 축압에 대한 계산방법에 대하여 간략한 지침정도로 서술되어져 있었다.

표 1. 국내외 거푸집 설계 부분 관련 규격 비교

구분	규정 항목	KCI	KA SS	CT EA	ACI	CEB- FIP	JCI	JA SS	BS
거푸집 설계	일반사항	◎	○	●	◎	◎	◎	○	-
	설계법	◎	◎	●	◎	●	◎	●	○
거푸집 구조 계산	수직하중	●	-	●	◎	-	◎	◎	-
	수평하중	◎	-	◎	◎	-	◎	◎	-
	콘크리트 축압	●	◎	●	◎	-	●	◎	-
	특수하중	-	-	◎	-	-	-	-	-
거푸집널 설계	거푸집널 변형	-	-	◎	-	-	-	-	-
가새		-	-	-	○	-	-	-	-
거푸집의 기초		-	-	○	○	-	-	-	-

● : 상세한 수치 및 규정, ◎ : 간략한 규정, ○ : 간략한 언급, - : 규정없음

2.2 국내외 거푸집 설계 규정의 구조계산부분 비교

표 2. 시방서별 거푸집설계 구조계산에 대한 규정비교

시방서	구분	규정
KCI	연직방향 하중	· 콘크리트 단위중량 : 철근중량 포함 보통 콘크리트 24 kN/m ³ · 제 1종 경량 콘크리트 : 20 kN/m ³ · 제 2종 경량 콘크리트 : 17 kN/m ³ · 거푸집 하중은 최소 0.4 kN/m ³ 이상
	수평방향 하중	· 수평투영면적당 최소 2.5 kN/m ³ 이상 · 콘크리트 타설 경우 3.5 kN/m ³ 활하중 고려 설계 · 슬래브 두께에 관계없이 최소 5.0 kN/m ³ · 전동식 카트 사용시 최소 6.25 kN/m ³ 이상 고려 설계
KCI	콘크리트 축압	㉠ 기둥의 경우 $p = 7.8 \times 10^{-3} \pm \frac{0.75R}{T+20} \leq 0.15(MPa)$ 또는 $2.4 \times 10^{-2}H(MPa)$ ㉡ 벽체로서 $R \leq 2m/h$ 인 경우 $p = 7.8 \times 10^{-3} \pm \frac{0.78R}{T+20} \leq 0.1(MPa)$ 또는 $2.4 \times 10^{-2}H(MPa)$ ㉢ 벽체로서 $R > 2m/h$ 인 경우 $p = 7.8 \times 10^{-3} \pm \frac{1.18 + 0.245R}{T+20} \leq 0.1(MPa)$ 또는 $2.4 \times 10^{-2}H(MPa)$ · p : 축압 (MPa) · R : 타설속도(m/h) · T : 거푸집 속의 콘크리트 온도 (°C) · H : 고려하고 있는 위치보다 위에 있는 균지 않은 콘크리트 높이 (m)

시방서	구분	규정																											
KASS	수직 하중	콘크리트, 철근, 거푸집, 시공기계, 각종 자재 및 작업원 등의 질량으로, 거푸집에 수직방향의 외력으로 가해지는 것을 대상으로 하고 그 값을 현장사정에 따라 정한다.																											
	수평 하중	풍압, 콘크리트를 부어 넣을 때의 편심하중 및 기계류의 시동, 정지, 주행 등으로 거푸집에 수평방향의 외력으로 가해지는 것을 대상으로 하고 그 값을 현장사정에 따라 정한다.																											
KASS	콘크리트 축압	<table border="1"> <tr> <td>부어넣기 속도(m/h)</td> <td>10 이하인 경우</td> <td>10을 넘고 20 이하</td> <td>20 이상</td> </tr> <tr> <td>H(M) 범위</td> <td>1.5 이하</td> <td>1.5를 넘고 4.0 이하</td> <td>2.0 이하</td> <td>2.0을 넘고 4.0 이하</td> <td>4.0 이하</td> </tr> <tr> <td>기둥</td> <td colspan="2">$1.5W_o + 0.6W_o \times (H-1.5)$</td> <td colspan="2">$2.0W_o + 0.8W_o \times (H-2.0)$</td> <td rowspan="2">$W_o$ • H</td> </tr> <tr> <td>벽</td> <td>높이 3 m 이하</td> <td>W_o • $1.5W_o + 0.2W_o \times (H-1.5)$</td> <td>$W_o$ • H</td> <td>$2.0W_o + 0.4W_o \times (H-2.0)$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>높이 3 m 이상</td> <td colspan="2">$1.5W_o$</td> <td colspan="2">$2.0W_o$</td> </tr> </table> <p>W_o : 아직 균지 않은 콘크리트의 단위용적질량 H : 아직 균지 않은 콘크리트의 헤드의 높이</p>	부어넣기 속도(m/h)	10 이하인 경우	10을 넘고 20 이하	20 이상	H(M) 범위	1.5 이하	1.5를 넘고 4.0 이하	2.0 이하	2.0을 넘고 4.0 이하	4.0 이하	기둥	$1.5W_o + 0.6W_o \times (H-1.5)$		$2.0W_o + 0.8W_o \times (H-2.0)$		W_o • H	벽	높이 3 m 이하	W_o • $1.5W_o + 0.2W_o \times (H-1.5)$	W_o • H	$2.0W_o + 0.4W_o \times (H-2.0)$		높이 3 m 이상	$1.5W_o$		$2.0W_o$	
		부어넣기 속도(m/h)	10 이하인 경우	10을 넘고 20 이하	20 이상																								
H(M) 범위	1.5 이하	1.5를 넘고 4.0 이하	2.0 이하	2.0을 넘고 4.0 이하	4.0 이하																								
기둥	$1.5W_o + 0.6W_o \times (H-1.5)$		$2.0W_o + 0.8W_o \times (H-2.0)$		W_o • H																								
벽	높이 3 m 이하	W_o • $1.5W_o + 0.2W_o \times (H-1.5)$	W_o • H	$2.0W_o + 0.4W_o \times (H-2.0)$																									
	높이 3 m 이상	$1.5W_o$		$2.0W_o$																									
CTEA	수직 하중	· 콘크리트 단위질량 : 보통 콘크리트 2 400 kg/m ³ , 제1종 경량 콘크리트 2 000 kg/m ³ , 제2종 경량 콘크리트 1 700 kg/m ³ · 거푸집의 무게 : 최소 0.4 kN/m ³ {40 kgf/m ³ } 이상 · 수평투영면적 당 최소 2.5 kN/m ³ {250 kgf/m ³ } 이상 · 전동식 카트 장비를 이용 타설할 경우 3.75 kN/m ³ {375 kgf/m ³ }고려 설계																											
	수직 하중	· 슬래브 두께에 관계없이 최소 5.0 kN/m ³ {500 kgf/m ³ } 이상 · 전동식 카트 사용시 최소 6.25 kN/m ³ {625 kgf/m ³ } 이상																											
KCI	콘크리트 축압	(2) 일반 콘크리트용 축압 산정식 $P = W \cdot H$ · P : 콘크리트의 축압 (kN/m ²) · W : 생콘크리트의 단위중량 (kN/m ³) · H : 콘크리트의 타설높이 (m) 기둥 및 벽체의 콘크리트 축압 추정식 <table border="1"> <tr> <td>부위</td> <td>추정식</td> </tr> <tr> <td>기둥</td> <td>$P = 7.2 + \frac{790R}{T+18} \leq 23.5H$</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">벽체</td> <td>가. 타설속도가 2.1 m/hr 이하인 경우 $P = 7.2 + \frac{790R}{T+18} \leq 23.5H$</td> </tr> <tr> <td>나. 타설속도가 2.1 m/hr를 초과하고 3.0 m/hr 이하인 경우 $P = 7.2 + \frac{1160 + 240R}{T+18} \leq 23.5H$</td> </tr> </table> <p>R : 콘크리트 타설속도(m/hr) 9 m/hr T : 타설되는 콘크리트의 온도 (°C)</p>	부위	추정식	기둥	$P = 7.2 + \frac{790R}{T+18} \leq 23.5H$	벽체	가. 타설속도가 2.1 m/hr 이하인 경우 $P = 7.2 + \frac{790R}{T+18} \leq 23.5H$	나. 타설속도가 2.1 m/hr를 초과하고 3.0 m/hr 이하인 경우 $P = 7.2 + \frac{1160 + 240R}{T+18} \leq 23.5H$																				
	부위	추정식																											
기둥	$P = 7.2 + \frac{790R}{T+18} \leq 23.5H$																												
벽체	가. 타설속도가 2.1 m/hr 이하인 경우 $P = 7.2 + \frac{790R}{T+18} \leq 23.5H$																												
	나. 타설속도가 2.1 m/hr를 초과하고 3.0 m/hr 이하인 경우 $P = 7.2 + \frac{1160 + 240R}{T+18} \leq 23.5H$																												
	수평 하중	· 동바리 및 가새에 고려하는 최소 수평하중은 고정하중의 2 % 이상 · 수평 길이 당 1.47 kN/m{150 kgf/m} 이상 중 큰 하중이 상단에 작용하는 것으로 고려																											
ACI	수직하중, 콘크리트의 축압력, 수평하중 (간략한 서술 언급)																												
CEB-FIP	연직방향하중, 수평방향하중, 동적하중 (간략한 언급)																												
BS	· 없음																												
JCI	· KCI 규정과 유사																												
JASS	· KASS 규정과 유사																												

표 2는 각 시방서의 구조계산에 대한 규정을 상호 비교한 것이다. KCI의 경우 고정하중, 활하중, 연직하중 및 수평하중에 대한 구체적인 수치가 제시되어 있고, 측압 산정시 타설속도, 콘크리트 온도를 고려하도록 하고 있었으나, KASS의 경우 측압 산정시 타설속도, 벽의 높이까지 서술되어 있었다. CTEA의 경우 콘크리트 측압의 단위중량과 타설높이에 대한 고려, 측압의 추정식 및 각종 하중에 대한 계산법까지 세밀하게 표현되어 있는 것을 알 수 있었다. 국외 규정의 경우는 ACI, JCI 및 JASS 규정을 제외하고는 구조계산의 언급이 나타나있지 않았으며, JCI 및 JASS는 국내 규정의 서술양식과 값이 거의 유사한 것으로 나타났다.

3. 결 론

- 1) 국내의 거푸집 설계 규정은 대부분의 항목이 시방서에서 비교적 자세히 언급하고 있었으나, CTEA를 제외하고는 개략적으로 다루어지고 있었으며, 국외의 ACI, CEB-FIP 및 BS의 경우 개략적인 사항만 있을뿐 자세한 규정은 없는 것으로 나타났다. JCI 및 JASS의 경우는 한국의 규정과 유사한 것으로 나타났다.
- 2) 거푸집 설계 규정의 구조계산부분의 경우 국내는 자세한 수치까지도 서술되어 있었으며, CTEA의 경우 측압에 대한 추정값 및 각종 하중에 대한 계산법까지 세밀하게 표현되어 있었다. 국외의 경우는 ACI, JCI 및 JASS를 제외하고는 구조계산이 언급되어 있지 않은 것을 알 수 있었다.

이상을 종합하면, 국내의 설계 규격간의 상이함으로 효과적이고, 실용적인 판단 지침 설정을 위하여 향후 규격들 간의 일체화에 대한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국토지주택공사가 출연하고 '한국 콘크리트학회'에서 주관하여 시행한 2009년도 「거푸집 공사 적용 기준 지침(안) 작성 연구」 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 정병주외, 프리캐스트 경량콘크리트 거푸집을 이용한 콘크리트 보의 휨 거동, 대한건축학회 논문집(구조계), 제25권 제5호, pp.95~102, 2009.5