

### 세계 여러나라 콘크리트시방서의 균열제한에 대한 규정

#### Specifications for Crack Control Appeared on Various Concrete Codes in the World.



김 우\*

#### 1. 서 론

근래에 콘크리트구조물에 고강도 재료의 사용과 강도설계법의 적용이 일반화되고, 프리스트레스 콘크리트 설계에서 허용응력이 높아짐에 따라, 콘크리트의 龜裂制御(Crack Control)가 큰 문제로 대두되고 있다. 일반적으로 콘크리트의 내부균열은 주변철근의 응력이 약  $200\text{kg}/\text{cm}^2$  정도 되면 발생하게 된다. 그러므로  $3000\text{kg}/\text{cm}^2$  이상의 항복강도를 갖는 철근을 사용할 경우 인장축 콘크리트에 발생하는 균열에 대하여 과거보다 더욱 신중하게 대처해야 할 필요가 있게 되었다. 지난 50 여년동안 콘크리트 균열에 대해 많은 연구가 수행되었다. 이런 연구결과와 대부분은 참고문헌 [1]과 [2]에 정리되어있다. 세계 여러 나라의 시방서에서 정하고 있는 균열제한에 관한 규정은 주로 휨응력과 인장응력에 의해 발생하는 균열폭과 간격을 산정하는 방법과 균열폭의 허용(한계)값을 정하고 있다. 이러한 규정에 의해 콘크리트구조물을 설계 및 시공시에 完工후 예상되는 균열폭을 허용

값 이내에 들도록 철근배근 상세 등을 규정하고 있다.

본 소고에서는 우리 나라 시방서와 몇개의 선진국 콘크리트시방서에 나타나 있는 콘크리트 균열 제어에 관한 규정들을 간략하게 정리한 것이다.

#### 2. 균열제어에 관한 규정 설정 배경 및 내용

##### 2.1 설정 배경

세계 각 나라의 콘크리트 시방서 마다 균열에 대한 제한규정을 두고 있는 이유는 여러 가지가 있다. 이 중에서 중요한 이유 몇 가지는 아래와 같다.

##### 2.1.1 외관에 의한 심미적 측면

콘크리트 구조물에 발생된 균열은 사용자들을 불안하게 할 뿐만 아니라 미관상 좋지도 않다. 그런데 기술자들은 그 구조물이 충분히 안전하고, 사용성을 만족하면 통상적으로 균열을 무시해 버리는 경향이 있다. 이러한 이유 때문에 최근에 시공자와 발주자 사이에 상당한 분쟁이 야기되고 있

\* 정회원, 전남대학교 토목공학과 부교수, 공학박사.

다. 이러한 경우에는 기술자들은 발주자를 이해시키기 위한 어떠한 근거가 필요하게 된다. 그러나, 현재까지 어느 정도의 균열폭이 사람들의 심리적 불안을 적게 할 수 있느냐 하는 문제에 대한 명확한 자료 또는 근거가 없는 실정이다. 최근에 조사된 결과에 의하면 0.25~0.3mm보다 큰 폭을 갖는 균열은 사람들을 불안하게 한다는 보고도 있다. 그러나 심미적 관점에서의 한계균열폭은 콘크리트 표면상태 또는 위치 등 여러 요인에 의해 달라질 것이다.

### 2.1.2 수밀성에 대한 측면

물, 가스와 기름 등을 차폐시켜야 할 콘크리트 구조물에서 균열을 통한 유출 가능성을 검토해야 한다.

### 2.1.3 내구성에 대한 측면

구조물 수명동안에 발생된 균열에 의해 내구성이 저하되어서는 안된다. 콘크리트내에 묻혀있는 철근의 부식은 주로 균열에 의한다. 폭이 큰 균열 사이로 물, 유해물질 산소등이 침투하여 철근을 부식시킨다. 지금까지의 연구에 의하면 균열이 있는 부재는 없는 부재에 비해 훨씬 부식이 심하다고 보고 되었으며, 특히 균열폭의 크기에 부식이 민감하다고 알려졌다. 이 때문에 구조물의 내구성을 증대시키기 위해서는 폭이 크고 적은 수의 균열 보다는 폭이 작은 많은 수의 균열이 발생하는 것이 바람직하다. 더욱이 철근부식은 주변 환경여건에 따라 크게 다르기 때문에, 각 나라 시방서는 주변환경조건에 따라 허용 균열폭을 다르게 제한하고 있다.

### 2.1.4 불확실성에 대한 검증 측면

콘크리트 내의 국부적 실제 인장응력 계산에서 오류를 범했거나, 또는 예측하기 어려운 인장응력이 발생하는 것에 관계된 불확실성이 있다. 이러한 불확실성은 균열로 나타난다. 이 때문에 콘크리트 구조물에 균열폭의 크기는 최종적으로 구조적 안전을 평가하는 기준이 될 수 있다.

## 2.2 주요 내용 및 방법

각국의 콘크리트 시방서에 나타난 균열제어에 관한 규정을 보면 일반적으로 다음과 같은 내용으로 구성되어 있다.

- ① 구조물이 노출되어 있는 환경에 대한 구분
- ② 균열을 발생시키는 사용하중의 정의
- ③ 철근의 표면형태 또는 부식 민감도 구분
- ④ 균열폭 또는 간격을 산정하는 방법
- ⑤ 한계(허용) 균열폭의 설정

아직까지 균열과 철근부식 또는 심미적 관점에서의 여러 요인에 대한 확실한 자료가 부족하기 때문에 각 나라마다 비교적 간략한 규정들을 정하고 있는 실정이다. 균열제어에 관한 공통된 사항은 부식환경에 따라 허용균열폭을 다르게 설정하고 균열폭에 영향주는 철근응력수준, 사용철근굵기, 철근간격 과 덮개를 주요변수로 선정하여 이러한 변수들의 조합을 통해 균열을 조절하는 방법을 제시하고 있다.

## 3. 여러 나라 시방서의 균열 제한에 관한 규정

### 3.1 우리나라 시방서

#### 3.1.1 콘크리트 표준 시방서

건설부 제정 콘크리트 표준시방서[3]에서 정하고 있는 균열제한 규준은 주로 휨부재의 주인장철근을 적절히 분배시키는데 초점이 맞추어져 있다. 현행시방서 5. 6절에는 다음과 같이 명시하고 있다.

- ① 이형철근만이 주철근으로 사용하도록 허용한다.
- ② 휨인장철근은 콘크리트 부재 단면의 최대인장부에 잘 분포되어야 한다. T형보에서 플랜지가 인장을 받는 경우에는 주인장 철근의 일부분을 유효 플랜지폭이나 지간의 1/10의 폭 중에서 작은 폭에 걸쳐서 분포시켜야 한다.
- ③ 인장철근의 설계항복강도가  $2800\text{kg}/\text{cm}^2$ 을 초과하는 경우에는 다음 식에서 구한 Z값이

규정된 값을 초과하지 않도록 하여야 한다.

$$Z = f_s^3 \sqrt{d_c A}$$

(시방서식 5.4)

$$\text{內露出일 경우 } Z \leq 31.250 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{外露出일 경우 } Z \leq 25.850 \text{ kg/cm}^2$$

여기서 Z는 휨철근의 분배를 제한하는 양이며,  $d_c$ 는 인장축 하단에 가장 가까운 철근의 도심으로부터 인장축 하단까지의 거리이고, A는 콘크리트의 유효인장단면적을 철근수로 나눈 값이며,  $f_s$ 는 사용하중 상태에서 철근 응력이다.

④ 매우 심하게 노출되는 구조나, 수밀성 구조물에는 위의 규정을 적용하지 않고 특별한 주의가 필요로 한다.

위와 같은 규정은 콘크리트 인장구역에 인장 철근을 적절히 분포시키는 내용으로서, 이론적으로 콘크리트부재의 균열폭은 철근응력에 비례하며 철근상세에 영향을 주는 주요변수로 콘크리트 덮개두께와 각 철근을 둘러싸는 콘크리트 인장면적이라는 사실에 근거를 두고 있는 Gergely-Lutz식에 바탕을 두고 있다.

이 방법은 실험과 경험에 의해 필요한 합리적인 철근상세를 설계함으로서 균열폭을 제한하는 목적에 부합하도록 만들어진 것이다. 위 ③항에 의해 계산해보면 일반적인 콘크리트 구조물의 한계 균열폭은 옥내의 경우 0.4mm이며, 옥외의 경우 0.3mm정도에 해당한다.

### 3.1.2 도로표준 시방서

건설부 제정 도로표준시방서[4]에서 정하고 있는 균열제한 규정은 현행 건설부 콘크리트 표준시방서 제 2편 5.6절의 규정을 따른 것으로서, 다만 교량구조물에서는 일반구조물에서 보다 균열에 대한 제한을 더 엄격히 다루어야 할 필요성에 비추어 값이 약간 하향 조정되어 있다. 이 규정은 다음과 같다.

① 인장철근은 최대 인장구역내에 적절히 분포되어야 한다.

② 인장철근의 설계항복강도가 2,800kg/cm<sup>2</sup>을

초과하는 경우에는 다음식에 의해 계산한 Z 값이 아래 정의된 값을 초과할 수 없다.

$$Z = f_s^3 \sqrt{d_c A}$$

$$\text{內露出일 경우 } Z \leq 30.350 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{外露出일 경우 } Z \leq 23,170 \text{ kg/cm}^2$$

③ 정 및 부의 최대 모멘트 단면에서 철근의 크기 및 간격은 사용하중하에서 계산된 철근의 응력은 다음 값을 초과하지 못한다.

$$f_s = Z / \sqrt{d_c A} \leq 0.6 f_y$$

(시방서식 4.7.2)

여기서 Z값은 위 ②항에서 정리된 값이다.

④ 부재가 매우 심하게 노출되거나 제빙용 화학물질과 같은 부식성 환경에 노출되어 있는 경우에는 위 조건을 만족시키는 외에도 균열폭을 더 적게 하거나 방수대책이 마련되어야 한다.

## 3.2 미국 콘크리트 시방서

### 3.2.1 ACI 224

#### 3.2.1.1 부식환경에 대한 정의 및 허용균열폭

ACI 224 위원회(Control of Cracking in Concrete Structures)[5]에서는 콘크리트구조물 설계시 균열제어에 적용될 수 있는 기준으로 철근부식환경을 5종류로 구분하여 각각의 허용균열폭을 다음과 같이 정하고 있다.

표 1 부식환경조건 및 허용균열폭(ACI 224, Table 4.1)

환경조건	허용균열폭	
	(mm)	(in.)
건조한 기후, 보호막이 있는 경우	0.41	0.016
습한기후, 물기있는 공기 또는 흙속	0.30	0.012
제빙 화학물질이 접하는 곳	0.18	0.007
海水, 또는 海水가 뿌려지는 곳, 乾濕이 반복되는 환경	0.15	0.006
물 저장 구조물, 導水管	0.10	0.004

### 3.2.1.2 균열폭 산정

설계시 구조물의 균열제어의 기준으로 사용하도록 ACI 224 위원회의 균열폭 산정공식은 철근 응력수준, 콘크리트 덮개두께, 각 철근을 둘러싸고있는 콘크리트의 유효인장면적, 철근직경과 변형율경사도(Strain Gradient)를 주변수로 한 Cornell 대학의 Gergely-Lutz식을 채택하여 사용하고 있다. 이 식은 콘크리트 부재의 인장축 하단의 표면 균열폭  $w_s$ 와 철근위치의 측면 균열폭  $w_b$ 를 각각 다음과 같이 계산하도록 되어 있다.

$$w_b = 0.091^3 \sqrt{d_c A} \beta (f_s - 5) \times 10^{-3} \text{ (in.)} \quad (\text{ACI 224식 4.1})$$

$$w_s = \frac{0.091^3 \sqrt{d_c A}}{1 + \frac{d_s}{h_1}} (f_s - 5) \times 10^{-3} \text{ (in.)} \quad (\text{ACI 224 식 4.2})$$

여기서  $d_s$ 는 인장축 하단표면에서 철근중심까지 덮개두께(in.)이고,  $d_s$ 는 측면 표면에서 철근중심까지 덮개두께(in.)이며,  $\beta$ 는 중립축에서 하단표면까지의 거리와 중립축에서 철근까지의 거리 비로 보에서는 통상 1.2정도이다.  $h_1$ 은 중립축에서 인장철근 중심까지의 거리(in.)이다.

### 3.2.1.3 프리스트레스 콘크리트 부재의 균열폭 산정

ACI 224 위원회에서는 프리스트레스 콘크리트 부재에 대한 균열제한에 특정한 방법을 정하고 있지 않다. PS콘크리트 부재의 균열폭 산정은 위 ACI 224 식 4.1을 그대로 사용하도록 권장하고 있다. 다만 이 공식을 적용할 때 긴장재의 응력  $f_p$ 는 decompression 이후의 응력 증가분만을 사용하여야 하며, PC 강연선(Strand)일 경우 1.5의 계수를 곱하여 균열폭을 산정하도록 권장하고 있다. 이 위원회에서는 PS 콘크리트 부재에 대한 특별한 허용균열폭을 정하고 있지 않은 실정이다.

### 3.2.2 ACI 318

ACI 318-89 위원회(Building Code Require-

ments for Reinforced Concrete)[6]의 균열제어에 관한 규정은 ACI 224 위원회 규정과 근본적으로 동일하다. 다만 환경조건을 외노출과 내노출의 2 종류로만 구분하여 균열폭을 제한하고 있으며, ACI 224 식 4.1을 일반적인 휨부재에 쉽게 적용할 수 있도록  $\beta$ 를 1.2로 보고 단순화시킨 다음과 같은 제한식을 정하고 있다

$$Z = f_s^3 \sqrt{d_c A} \quad (\text{ACI 318 식 10-40})$$

內露出일 경우  $Z \leq 175 \text{ kips/in}$

外露出일 경우  $Z \leq 145 \text{ kips/in}$

또한 ACI 318 위원회에서는 이형철근만을 사용하도록 제한하고 있으며, 철근부식에 심하게 영향을 주는 환경이나 수밀이 요구되는 구조물에서는 이 규정을 적용하지 않고 특별히 기술자의 판단에 유의해야 한다고 명시하고 있다.

ACI 318 의 10.6 규정은 우리 나라 콘크리트표준시방서에서 그대로 채택하고 있으므로 상세에 대해서는 본 기사의 3.1.1 절을 참고하기 바란다.

### 3.2.3 AASHTO

미국도로및운송협회(American Association of state Highway and Transportation Officials ; AASHTO)의 교량구조물에 대한 균열제어 방법은 근본적으로 ACI 224 위원회와 ACI 318 위원회의 규정을 그대로 따르고 있다. 다만 교량구조물에서는 일반 건물 구조물에서 보다 균열을 더 엄격히 다루어야할 필요성에 비추어 Z값을 약간 낮추어 적용하고 있다. 즉,

온화한 일반적 환경에 露出된 경우

$$Z \leq 175 \text{ kips/in.}$$

심한 부식 환경에 露出된 경우

$$Z \leq 130 \text{ kips/in}$$

또한 주인장 철근의 응력은  $f_s$ 는 사용하중상태에서  $0.6f_y$ 를 초과해서는 안된다고 규정하고 있다. 이 AASHTO규정[7]은 우리 나라 도로교시방서

에서 그대로 사용하고 있으므로 본 기사의 3.1.2절을 참고하기 바란다.

### 3.3 유럽 CEB-FIP Model Code

유럽 여러 나라마다 각기 고유 콘크리트 설계시방서를 제정하여 사용하고 있으면서, 동시에 유럽 공통의 시방서를 정해 두고 있다. 이것이 CEB-FIP시방서 (Euro-International Committee for Concrete -International Federation for Prestressing)[8] 이다. 이 시방서의 콘크리트 균열 제한에 관한 규정은 다른 나라의 시방서에 비해 비교적 정교하게 규정하고 있다.

#### 3.3.1 환경조건에 대한 정의

CEB-FIP Model 시방서에서는 5단계로 철근의 콘크리트의 부식 환경을 표 2와 같이 구분하고 있다.

표 2. CFB-FIP 규준에서 정의된 노출등급기준

노출 등급	환경 조건
1. 건조환경	· 일반적 주거 또는 사무실 건물의 내부
2. 습윤 환경 (a) 凍結되는 경우	· 습도가 높은 지역의 건물내부 · 건물 외부 부재 · 유해성이 없는 흙 또는 물에 접촉되는 부재
(b) 凍結되지 않는 경우	· 동결에 노출되어있는 외부부재 · 유해성이 없는 흙 또는 물에 접촉되면서 동결되는 환경
3. 서리 및 제빙제가 있는 환경	· 동결과 제빙제에 노출되어 있는 내·외 부재
4. 海水 환경 (a) 凍結되는 경우	· 부분적으로 海水에 잠기거나 海水가 튀기는 지역 · 염분으로 포화된 공기를 갖는 환경(해안 지역)
(b) 凍結않되는 경우	· 부분적으로 海水에 잠기거나 海水가 튀기는 지역으로 동결되는 지역 · 염분으로 포화된 공기 환경으로 동결되는 지역

#### 3.3.2 허용(한계) 균열폭

CEB-FIP에 정의된 콘크리트 노출등급기준에 따라 허용균열폭을 정하고 있다. 특수한 요구조건(예, Watertightness)이 없는 한 표 2에서 정한 노출등급에 따라 허용 균열폭을 표 3과 같이 정하고 있다.

표 3 허용균열폭 (CEB-FIP Table 7.4.1)

노출등급	철근콘크리트 부재	프리스트레스 콘크리트 부재	
		Post-tensioned	Pre-tensioned
1	-	0.2 mm	0.2 mm
2	0.3 mm	0.2 mm	Notension is allowed
3 and 4	0.3 mm	a) No tension is allowed b) If tension is accepted, 0.2 mm	

#### 3.3.3 균열폭 계산

콘크리트 구조물의 설계 때 위에서 정의된 허용 균열폭  $w_{lim}$  이내의 균열폭인가 검사하기 위한 설계균열 폭  $w_k$  계산은 다음과 같다.

$$w_k = l_{s, \max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} - \epsilon_{cs}) \quad (\text{CEB-FIP 식 7.4.2})$$

여기서  $l_{s, \max}$ 은 부재의 길이로 철근과 콘크리트가 미끄러지거나 또는 변형할 수 있는 총 길이이며,  $\epsilon_{sm}$ 은 평균 철근 변형도  $\epsilon_{cm}$ 은 평균 콘크리트 변형도  $\epsilon_{cs}$ 은 콘크리트의 건조수축 변형도이다. 이 식에 나타난 각각의 변형도를 계산하는 방법은 휨모멘트 부재일 경우와 축방향력 부재일 경우에 따라 다르며, 심지어 주철근 방향균열까지 고려하고 있어 상세한 계산 방법은 상당히 복잡하고 양이 많게 규정하고 있다. 보다 상세한 것은 CEB-FIP Code 7.4.3.1 절을 참조하기 바란다. 위와 같은 식에 의해 계산된 설계균열폭  $w_k$ 는 허용균열폭  $w_{lim}$ 보다 작아야 한다.

#### 3.3.4 균열제어에 대한 고려가 불필요한 경우

다음과 같은 경우에는 일반적으로 철근콘크리트 부재와 프리스트레스 콘크리트 부재의 균열폭

이 각각 0.3mm와 0.2 mm를 초과하지 않기 때문에 균열제어에 대한 특별한 조치를 취하지 않아도 된다고 규정하고 있다.

- ㉔ 깊이가 16cm 이하인 슬래브와 같은 얇은 휨 부재로써 현저한 축 인장력이 작용하지 않는 부재
- ㉕ 최소철근비 이상으로 보강된 부재에서 인장 철근의 응력수준에 따라 사용철근의 직경과 간격이 표 4와 5에 나타난 값이하로 적절하게 설계되어진 부재의 경우

표 4 균열에 대한 고려가 필요 없는 철근응력과 직경

철근응력 kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	최대 철근 직경(mm)	
	철근콘크리트부재	프리스트레스 콘크리트부재
1500 (160)	32	25
1900 (200)	25	16
2300 (240)	20	12
2700 (280)	14	8
3100 (320)	10	6
3500 (360)	8	5
3900 (400)	6	4
4400 (450)	5	-

표 5 균열에 대한 고려가 필요 없는 철근응력과 간격 (CEB-FIP, Table 7.4.4)

철근응력 kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	최대 철근 직경(mm)	
	철근콘크리트부재	프리스트레스 콘크리트부재
1500 (160)	30	20
1900 (200)	25	15
2300 (240)	20	10
2700 (280)	15	5
3100 (320)	10	-
3500 (360)	6	-

### 3.4 일본 콘크리트 시방서

#### 3.4.1 부식환경에 대한 정의

일본 토목학회 콘크리트 시방서[9]의 철근부식에 대한 환경을 크게 세가지로 구분하여 표 6과 같이 정의하고 있다.

표 6 철근부식에 대한 환경구분

구분	환경 조건
일반적환경	· 통상의 옥외 부재 또는 흙속의 부재
부식성환경	· 일반적 환경에 비해 건설의 반복이 심한 환경 · 유해물질을 포함한 지하수위 이상의 흙속의 문힌 경우나 부식에 유해한 영향을 고려할 필요가 있는 경우 · 해양 콘크리트구조물로 해수에 담겨있거나 보통의 해양 환경의 영향을 받는 경우
심한부식성 환경	· 철근의 부식에 현저하게 유해한 경우 · 潮流에 노출되거나 海水가 튀기거나 심한 해풍을 받는 구조물

#### 3.4.2 허용 균열폭

허용균열폭은 환경조건, 콘크리트 덮개두께와 철근형태에 따라 다르게 표 7과 같이 정하고 있다. 특히, 일본시방서에서는 콘크리트 덮개두께를 허용 균열폭에 주변수로 포함시킨 것이 특이하다고 할 수 있다. 이에 대한 이론적 배경은 두꺼운 콘크리트 덮개는 큰 표면균열폭을 발생시킨다. 그러나 두꺼운 덮개는 철근의 부식방지에 유리한 측면이 있기 때문이다.

표 7 허용균열폭

철근 형태	철근의 부식에 대한 환경조건		
	일반적환경	부식성환경	심한 부식성환경
이형 또는 원형철근	0.005 d <sub>c</sub> cm	0.004 d <sub>c</sub> cm	0.0035 d <sub>c</sub> cm
프리스트레스 강재	0.004 d <sub>c</sub> cm	-	-

Note) d<sub>c</sub>는 콘크리트 덮개두께로 cm 단위이다.

#### 3.4.3 균열폭 산정

일본시방서에서는 균열폭 산정을 다음 식에 의해 하도록 정하고 있다.

$$w = k_1 \{4d_c + 0.7(C_s - 0)\} \left[ \frac{f_s}{E_s} \text{ (or } \frac{f_p}{E_p}) + \epsilon_{cs} \right]$$

여기서 K<sub>1</sub>은 부착성능에 따른 상수로서 이형철근에 1.0, 원형 및 프리스트레싱강재는 1.3을 적용한다. d<sub>c</sub>는 콘크리트 덮개두께(cm)이고, C<sub>s</sub>는 철근 중심 간격(cm)이고, 0는 철근직경(cm)이며, ε<sub>cs</sub>는 건조수축과 크리프의 변형율이며, E<sub>s</sub> 및 E<sub>p</sub>는

철근과 프리스트레싱강재의 탄성계수이다. 특히, 휨 균열에서의  $f_s$ 와  $f_p$ 는 철근과 PS강재의 응력인데, 이 응력은 다음과 같은 하중값  $P_e$ 에 의해 계산된 응력을 사용하여야 한다.

$$P_e = P_p + k_2 P_r$$

여기서  $P_p$ 는 지속하중(permanent loads) 이고  $P_r$ 은 변동하중(Variable loads)이며,  $k_2$ 는 철근부식에 대한 균열폭을 산정할 때 변동하중의 영향을 고려하는 상수값으로서 통상 0.5 정도를 취한다. 또한, 전단과 비틀림에 의한 균열폭을 산정할 때는 윗식을 사용하고, 다만  $f_s$ 를 산정할 때 각기 다른 계산법을 정하고 있다.

#### 4. 결 론

지금까지 세계 몇 나라의 콘크리트시방서에 나타난 균열제한에 관한 규정을 간략하게 소개하였다. 콘크리트 구조물에서 균열제어(crack control)에 대한 시방규정을 각 나라마다 정하고 있는 이유는 통상적으로 인식되는 부식방지를 위한 목적외에도 여러 가지가 있다. 그런데 각 시방서에서 균열제어에 관한 규정은 최소한에 머무르고 있는 실정이다. 각각의 구조물이 갖는 특수한 기능적인 요구조건에 충족되어야 하며 심리적 고려사항을 포함시켜야 하는 등의 이유 때문에 매우 민감한 현실적 문제를 시방서에 모두 규정한다는 것이 불가능한 때문이기도 하지만 아직까지 알려지지 않는 현상들이 많기 때문이다. 특히, 지적하고 싶은 것은 우리나라가 시방서의 균열제한에 관한 규정은 미국의 ACI 318 과 AASHTO의 내용을 그대로 채택함에 따라, 균열에 관한 미국의 원본인 ACI 224 내용이 포함되지 않으므로서, 부식환

경의 구분 및 균열폭 산정시의 하중 크기에 대한 정의가 상당히 명료하지 않은면이 있다고 생각된다. 이 문제에 대해 조속히 정리되어야 할 필요성이 있다고 판단된다.

#### 참 고 문 헌

1. ACI Committee 224, "Causes, Mechanism, and Concrete of Cracking in Concrete" ACI Bibliography No. 9, American Concrete Institute, Detroit, 1971, pp.92
2. Leonhardt, Fritz, "Crack Control in Concrete Structures", IABSE Surveys No. S4 /77, International Association for Bridges and Structural Engineering, Zurich, 1977, pp.26
3. 대한민국 건설부, 콘크리트 표준시방서, 건설부, 1989.
4. 대한민국 건설부, 도로교 표준시방서, 대한토목학회, 1989.
5. ACI Committee 224, "Crack Control in Concrete Structures," American Concrete Institute, Detroit, 1984, pp.43
6. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete," American Concrete Institute, Detroit, 1989.
7. AASHTO, "Standard Specifications for Highway Bridges," 5'th Edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1992, pp.686
8. CEB-FIP, "CEB-FIP Model Code(design Code)," Euro-International Committee for Concrete and International Federation for Prestressing, 1991, pp.437
9. Japan Society of Civil Engineers, "Standard Specification for Design and Construction of Concrete Structures," JSCE, SP-1(Design), 1986, pp.244 