

ISO 시멘트 규격해설

(European Prestandard(ENV 197-1)를 중심으로)

이 경 희 (명지대학교 무기재료공학과 교수)

현재 유럽을 중심으로 전세계적으로 시멘트 품질 규격의 통일(ISO)을 위한 노력이 급속히 진행되고 있다. 지금의 계획으로는 2001년 ISO시멘트 품질규격이 제정될 예정이다.

ISO규격 확정 이전에 European Committee for Standardization(CEN)의 가맹국 18개국에서 추진하고 있는 규격은 ENV 197-1규격이며 여기서는 이를 중심으로 ISO시멘트 규격을 설명하기로 한다.

1. ENV 197-1의 위치

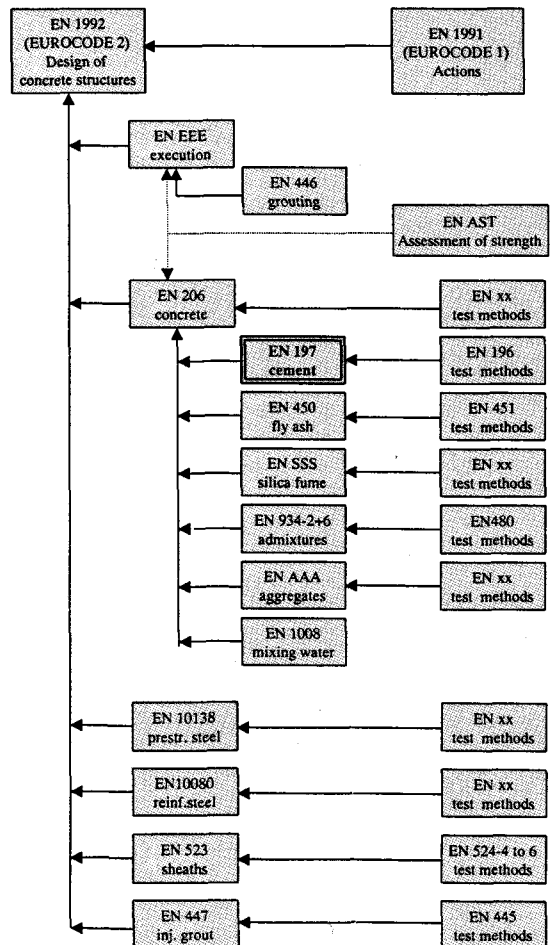
ENV 197-1(시멘트 규격)의 위상은 <표-1>과 같다.

2. 개 요

European Prestandard는 1992년 4월 29일 European Committee for Standardization에 의하여 추천된 것으로 잠정적 시행을 위한 규격을 말한다. 이 규격의 잠정적 시행기간은 3년이며 2년 후에 시행실적을 평가받은 후 European Standard(EN)으로 확정된다.

현재 European Committee for Standardization의 가입국은 오스트리아(Austria), 벨기에(Bel-

<표-1> ENV 197-1(시멘트규격)의 위상



gium), 덴마크(Denmark), 핀란드(Finland), 프랑스(France), 독일(Germany), 그리스(Greece), 아이슬란드(Iceland), 아일랜드(Ireland), 이탈리아(Italy), 룩셈부르크(Luxembourg), 네덜란드(Netherlands), 노르웨이(Norway), 포르투갈(Portugal), 스페인(Spain), 스웨덴(Sweden), 스위스(Switzerland) 그리고 영국(United Kingdom)으로 구성되어 있다.

이 규격은 이제 잠정실시가 끝나 EN규격 확정 후 약 1년 후에는 ISO규격으로 자동승계, 공포되게 되어 있다.

European Committee for Standardization 은 산하의 Technical Committee(TC 51)에 ENV 197-1 규격 제정을 의뢰하였으며 TC 51은 17개 국 으로부터 70종의 서로 다른 일반 및 특수시멘트에 관한 국가별 시멘트 규격의 통일된 규격 정비작업에 착수하게 된다.

이렇게 하여 탄생된 것이 ENV 197 규격이며 이 또한 너무 광범위하여 범용성으로서 칼슘시리케이트 수화반응을 주축으로 하여 ENV 197이 제정되었고 이외에 특수성질을 가지거나 혹은 경화기구가 다른 것들을 묶어 ENV 197-2, ENV 197-3 등으로 분류 규격화 시키게 된다. 여기서 규정되는 ENV 197-1 시멘트 규격은 EN-196(시멘트 시험방법)의 다음과 같은 항을 기본으로 하고 있다.

- EN 196-1 : Methods of testing Cement
Determination of strength
- EN 196-2 : Methods of testing Cement
Chemical analysis of Cement
- EN 196-3 : Methods of testing Cement
Determination of setting time and soundness
- EN 196-4 : Methods of testing Cement
Quantitative determination of constituents

- EN 196-5 : Methods of testing Cement
Pozzolanicity test for pozzolanic Cements
- EN 196-6 : Methods of testing Cement
Determination of fineness
- EN 196-7 : Methods of testing Cement
Method of testing and preparing samples of Cement
- EN 196-21 : Methods of testing Cement
Determination of the Chloride, Carbon dioxide and alkali content of cement
- AFNOR P 18-592 : 1980 Aggregates-methylene blue test
- DIN 66131 : Determination of specific surface area of solids by gas absorption using the BET method basic principles
- DIN 66132 : Determination of specific surface area of solids by absorption of nitrogen : Haul and Diimbgen single-point differential method
- Zement-Kalk-Gips 43(1990) No. 8, pp. 409~412
procedures for the determination of Total Organic Carbon (TOC) in lime-stone

3. 용 어 풀 이

이 규격에서 사용되는 단어들은 다음과 같이 정의 된다.

가. 포틀랜드 시멘트 크링카(portland cement clinker) (K)

수경성 물질로써 C_3S 나 C_2S 를 최소한 총질량의 2/3 이상 함유할 것. 나머지 1/3에는 Al_2O_3 , Fe_2O_3 및 그 이외의 산화물을 함유할 것. CaO/SiO_2 질량 비는 2.0 이하가 되어서는 안되며 MgO 함량은 질

량으로 5.0%를 넘어서는 안된다.

나. 슬래그(S)

슬래그는 잠재 수경성을 가지고 있어 적절한 활성 재가 첨가되면 수경성을 나타낼 것. 질량의 2/3 이상이 유리상으로 되어 있어야 하며 $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{SiO}_2$ 의 질량이 총질량의 2/3 이상이어야 한다. 나머지 1/3은 Al_2O_3 및 그 이외의 산화물로 되어 있어야 한다. $(\text{CaO} + \text{MgO}) / \text{SiO}_2 = 1.0$ 이상이어야 한다.

다. 포졸란성 물질(S)

포졸란성 물질은 천연산, 공업산물, 유산질, 규산 알루미늄질, 혹은 이들의 혼합물이다. 플라이애쉬나 실리카 흡도 포졸란성을 가지고 있으나 이들은 별도로 규정한다. 포졸란성 물질은 물과 혼합되더라도 이들 단독으로는 경화되지 않는다. 그러나, 미세하게 분쇄하여 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 가 용해되어 있는 물과 혼합하면 칼슘 시리케이트 및 칼슘 알루미늄에이트 화합물을 형성하여 강도를 나타내게 된다. 이때 생성된 화합물들은 수경성 물질의 수경반응에서 생성된 화합물들과 매우 흡사하다. 포졸란성 물질은 활성 SiO_2 및 Al_2O_3 를 반드시 함유하여야 한다. 활성 CaO 의 함량은 아주 적으며 활성 SiO_2 함량은 최소한 질량으로 25% 이하가 되어서는 안된다.

라. 천연 포졸란(P)

일반적으로 화산재이거나 적절한 광물조성을 가진 침적암이다.

마. 공업 포졸란(Q)

공업 포졸란은 열처리된 활성점토나 혈암 그리고 납, 구리, 아연 등의 정제과정에서 발생하는 공냉슬래그이다. 공업 포졸란은 시멘트 사용시 사용물의

양의 증가를 가져와서는 안되며 콘크리트나 몰탈의 내구성을 저하시키거나 철근의 내부식성을 저하시키지는 안된다.

바. 플라이애쉬(V, W)

플라이애쉬는 자연산으로 말하면 규산 알루미늄질(규산질 플라이애쉬), 혹은 규산 칼슘질(석회질 플라이애쉬)에 해당된다. 규산 알루미늄질은 일반적으로 포졸란성을 가지고 있으며 후자인 규산 칼슘질은 포졸란성 외에도 수경성을 가진다. 플라이애쉬의 작열감량은 질량으로 5%를 넘어서는 아니된다. 플라이애쉬는 분상석탄의 연소가스로부터 먼지모양의 입자를 기계집진 및 전기집진에 의하여 채취한 것이다.

(1) 규산질 플라이애쉬(V)

포졸란성을 가진 구형입자의 미세분말로써 반드시 활성 SiO_2 및 Al_2O_3 를 함유해야 한다. 한편 활성 CaO 의 함량은 질량으로 5%를 넘어서는 안된다. 활성 SiO_2 의 함량은 질량으로 25% 미만이어서는 안된다.

(2) 석회질 플라이애쉬

포졸란성 또는 포졸란성과 수경성을 가진 미세분말이다. 활성 CaO 및 SiO_2 , Al_2O_3 를 함유해야 한다. 활성 CaO 함량이 질량으로 5%를 넘어서야 한다. 일반적으로 활성 CaO 함량은 5~15%이며 활성 SiO_2 함량은 25%를 넘어서야 한다. 활성 CaO 를 15% 이상 함유한 미세 석회질 플라이애쉬는 EN 196-1에 규정된 압축강도 시험에서 최소 $10\text{N}/\text{mm}^2$ 의 강도를 나타내야 한다. 또한 EN 196-3 규정에 의하여 플라이애쉬 30%, 시멘트 70% 혼합시멘트의 팽창성은 10mm 이하이어야 한다.

사. 소성혈암(T)

일반적으로 혈암을 약 800°C 에서 소성하여 사용한

다. 조성 및 열처리에 의하여 C₂S, CA상을 함유하게 되며 free CaO 및 CaSO₄를 함유하며 따라서 미세분말인 경우 마치 OPC와 비슷한 수경성을 보이기도 하며 포졸란성 성분이 많아 포졸란성이 높다. EN 196-1에 준한 실험결과 28일 압축강도가 최소 25.0N/mm² 정도나 된다. 소성혈압의 EN 196-3에 의한 팽창시험 결과는 혈압 30%, 시멘트 70% 혼합물의 경우 10mm 이하이어야 한다.

아. 석회석

석회석은 기본적으로 충전재로서의 성질을 가지며

적절한 처리를 해주면 입자분포에 따라 시멘트의 작업성 및 보수성과 같은 물리적 성질을 향상시켜 준다. 석회석을 시멘트에 5% 이상 첨가시에는 다음과 같은 요구를 만족해야 한다.

- I. 석회석 함량 CaCO₃ ≥ 75%
- II. 점토 함량(메틸렌블루 흡착) ≤ 1.20g/100g
- III. 유기물질 함량(TOC) ≤ 0.20%

유기물 함량은 0.20%~0.50% 사이인 경우에는 시멘트 성능에 크게 영향을 주지 않는다.

자. 실리카 흙(D)

<표-2> ENV 197-1 규격의 조성

Cement 종류	명 칭	기 초	Clinker K	Slag S	Silica fume D	Pozzolan P	Fly ash V	Burnded shale T	3.Lime stone	소 량 첨가물
CEM I	Portland Cement	I	95~100							0~5
CEM II	Portland-slag Cement	II/A-S	80~94	6~20						0~5
		II/B-S	65~79	21~35						
	Portland-Silicafume Cement	II/A-D	90~94		6~10					0~5
	Portland-pozzolan Cement	II/A-P	80~94			6~20				0~5
		II/B-P	65~79			21~35				
	Portland-fly ash Cement	II/A-V	80~94				6~20			0~5
		II/B-V	65~79				21~35			
	Portland-burned shale Cement	II/A-T	80~94					6~20		0~5
II/B-T		65~79					21~35			
Portland-Limestone Cement	II/A-L	80~94						6~20	0~5	
	II/B-L	65~79						21~35		
Portland-blended Cement	II/A-M	80~94				6~20				
	II/B-M	65~79				21~35				
CEM III	Slag-Cement	III/A	65~64	36~65						
		III/B	20~34	66~80						
		III/C	5~19	81~95						
CEM IV	Pozzolan Cement	III/A	65~89		11~35					0.5
		III/B	45~64		36~55					
CEM V	Blended Cement	III/A	40~64	18~30		18~30				0.5
		III/B	20~39	31~50		31~50				

〈표-3〉 물 리 실 험

강 도 CLASS	압 축 강 도 (N/mm ²)			응 결 시 간 시 발 (분)	안 정 성 (투사테리예법) (mm)
	양생 2일	양생 7일	양생 28일		
32.5	—	> 16	≥ 32.5, ≤ 52.5	≥ 60	≤ 62.5
32.5R	≥ 10	—			
45.5	≥ 10	—			
42.5R	≥ 20	—	≥ 42.5, ≤ 62.5		
52.5	≥ 20	—	≥ 52.5	≥ 45	
52.5R	≥ 20	—			

실리카 함은 비정질 실리카를 많이 함유한 매우 미세한 구형입자이다.

만일 실리카 함을 시멘트의 5% 이상 사용할 때에는 다음과 같은 요구를 만족해야 한다.

- I. 비정질 실리카(SiO₂) ≥ 85%
- II. 작열 감량 ≤ 4%
- III. 비표면적 ≥ 15m²/g

크링카와 석고 등과 함께 실리카 함을 혼합 분쇄할 경우에는 그대로 사용해도 좋고, 입상이나 다져진 덩어리로 사용해도 좋다.

실리카 함은 고순도 석영을 석탄과 함께 전기아크

가마에서 실리콘이나 페노실리콘을 환원 분위기에서 만들 때 생성한다.

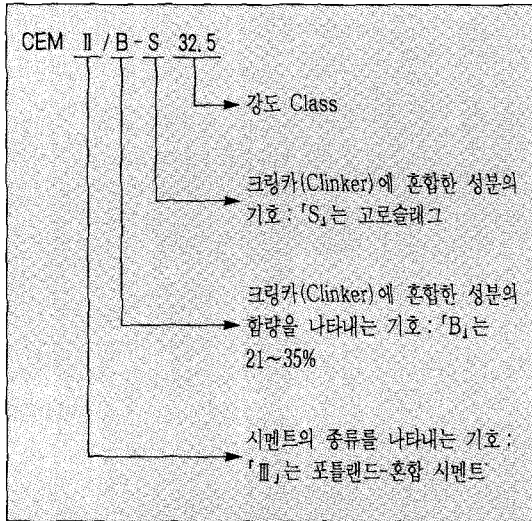
차. 첨가물 (additives)

ENV 197-1에서 조성물 중 첨가물은 앞에서 거론된 실리카 함, 석고, 석회석, 슬래그, 플라이애쉬, 소성혈암 등을 제외한 것으로써 예를 들어 시멘트 분쇄조제 등과 같이 시멘트 생산성이나 시멘트 성질을 증진시키기 위하여 첨가되는 물질을 말한다. 첨가되는 양은 시멘트에 대하여 1%를 넘어서서는 안 된다.

〈표-4〉 ENV 197-1 규격의 조성

항 목	시 험 방 법	시멘트의 종류	강 도 CLASS	규 격 치
강 열 감 량	EN 196-2	CEM I CEM III	전 CLASS	≤ 5.0%
불 용 잔 분	EN 196-2	CEM I CEM III	전 CLASS	≤ 5.0%
삼 산 화 유 황	EN 196-2	CEM I, CEM II	32.5, 32.5R, 42.5	≤ 3.5%
		CEM IV, CEM V	52.5R, 52.5, 52.5R	≤ 4.0%
		CEM III	전 CLASS	
염 화 물 이 온	EN 196-21	전 종 류	전 CLASS	≤ 0.10%
포 조 란 성	EN 196-5	CEM IV	전 CLASS	시험에 합격한 것

〈표-5〉 시멘트의 표기법



- I. Portland cement
- II. Portland-composite cement
- III. Blast furnace cement
- IV. Pozzolan cement
- V. Composite cement

나. 조 성

ENV 197-1에서 규정하는 시멘트 종류별 조성은 〈표-2〉과 같다.

다. 기계적 요구사항

ENV 197-1에서 요구하는 초기강도 및 표준강도의 규격은, 초결, 안정성과 같은 물리적 특성은 〈표-3〉과 같다.

라. 화학적 요구사항

ENV 197-1에서 요구하는 화학적 요구사항은 〈표-4〉와 같다.

마. 표기법

ENV 197-1에 의하여 제조된 시멘트의 표기법은 〈표-5〉와 같다. A

4. 시멘트 종류 및 조성

가. 시멘트 종류

ENV 197-1에서 규정하는 시멘트의 종류는 다음과 같은 5종류로 분류된다.

* 시사 용어 해설 *

▶ 계좌추적권

정확한 용어로는 금융거래정보요구권이다. 금융실명거래 및 예금자보호에 관한 법률에 따라 보호되는 특정예금주와 금융기관과의 금융거래 내용에 대해 금융기관에 정보를 요구할 수 있는 권리이다. 금융거래 관련 정보 또는 자료에 의하지 않고는 공정거래법에 따른 자금 등의 지원여부를 확인할 수 없다고 인정하는 때에 발동하는데 대규모 기업집단의 자금, 자산, 인력의 부당내부거래 조사를 위해 사용될 수 있다. 그러나 계좌추적권은 명백한 부당 지원행위가 있을 때에만 발동할 수 있도록 하는 권한 행사범위가 엄격히 제한돼 있다. 금융거래정보요구권을 행사할 때에는 공정거래위원장의 사전결재가 필요하며 사후에도 결과를 보고하도록 돼 있으며 혹시 제공된 정보를 누설할 때에는 엄격하게 제재를 받게 된다.