

# 아시아 지역의 표준화 동향 및 EN 규격의 이해

김두일\* · 구상서 · 이우용 · 민경소    Andre M. Sevin · Toshitaka Shoho  
 <라파즈한라시멘트 R&D팀>                      <Asia Technical Center of Lafarge>

## 1. 서 론

Cement는 건설에 필요한 국가기간 산업재료로 대규모 제조장치가 필요한 자본집약적 생산 자재이고 더불어 고에너지 소비산업으로 최근 범세계적으로 관심의 대상이되고 있는 기후협약 산업의 대상이기도 하다.

이 분야의 KS 규격은 방법 22종, 전달 2종,

제품규격 20종 등 총 44종으로 이루어져 있다.

KS 규격의 국제적 입지와 앞으로 우리가 나아갈 방향을 모색하는 데 도움을 얻고자 현재 국제규격의 동향과 Asia 지역 국가들의 규격현황을 정리하였고 더불어 실험자로 인한 error의 최소화를 지향하는 EN규격 중 KS 규격에서 문제시 되는 압축강도시험 방법을 정리해 보았다.

Table 1. The status of international standard corresponding with Korea standard

International standard	European standard	Title	Related Korean standard
ISO 679:89	EN196-1	시멘트의 강도측정방법	KS L 5105
ISO 680:90	EN196-2	시멘트의 화학분석방법	KS L 5120
ISO 863:90	EN196-3	포졸란시멘트의 포졸란 반응성 시험방법	KS L 5507(포졸란 혼합용석회) KS L 5508(석회혼합용 플라이 애시 및 포졸란)
ISO 9597:89	EN196-4	시멘트의 응결시간 및 안정성 시험방법	KS L 5103, 5107
ISO/AWI 16108:98	EN196-5	시멘트의 분말도 시험방법	KS L 5106
ISO/AWI 16109:98	EN196-6	시험용 시멘트의 채취, 조정방법	KS L 5101
CD EN197-1	EN197-1	보통시멘트의 조성, 사양, 인증기준	KS L 5201(포틀랜드) KS L 5210(고로슬래그) KS L 5211(플라이애시) KS L 5401(포졸란)
CD EN197-2	EN197-2	시멘트 적합성 평가	

## 2. 국제규격의 현황

제정된 국제규격이 아직 많지는 않지만 유럽 규격을 그대로 ISO 규격으로 채용하려는 경향이 강하게 대두되고 있다. 시멘트 분야의 국제표준화는 EU(유럽연합)를 중심으로 한 CEN(유럽표준화위원회)의 활동에 주목하여야 할 것이다. CEN은 ISO와 1991년에 'ISO와 CEN간의 기술협력에 관한 협정' 즉, Vienna 협정을 체결하여 EN(유럽규격)을 ISO 규격의 제정에 반영하기 쉬운 상황을 만들어 놓았다.

유럽에서는 70년대 중반부터 20여 개의 각국 규격에 대하여 의견수렴을 시작하고 시멘트를 CE 마크 강제인증 대상으로 지정하여 CEN 회원 유럽각국은 자국 규격을 늦어도 2000년 말까지 폐지하고 EN 197에 따르도록 함으로써 Austria, Belgium, Czecho, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Switzerland 및 England 등 거의 모든 유럽국가 가 이를 따르고 있다 따라서 EN 규격이 국제규격으로 draft 되고 있는 실정에있으며, EN 규격으로 제정된 약 40여종의 이 분야 규격이 ISO화 될 가능성이 높다.

이미 제정된 ISO 규격을 살펴보더라도 영국 규격을 유럽규격화로 추진하고 이를 ISO화(BS →EN→ISO)로 추진하는 경향이다.

## 3. Asia 지역 규격의 현황

Table-2와 3에 아시아 지역 국가별 제품 및 분석방법 규격을 ASTM, EN, BS 규격을 기준으로 정리하였다. 모든 국가가 자체규격을 소유하고 있지만 Australia, India, Malaysia, Singapore는 BS규격을 참고하고 있고 Indonesia, Philippines, Korea는 ASTM을 참고하고 있다.

특히 Philippines, Indonesia는 ASTM을 그대로 적용하고 있으며, Japanese 규격(JIS)은 매우 독립적이나 강도측정방법만큼은 ISO 679를 참고로 변형하여 적용하고 있는 것을 알 수 있다.

Table-5의 국가별 OPC(Ordinary Portland Cement) 화학성분 및 물리성능 항목의 규정을 살펴보면 Japan, Philippines, Indonesia를 제외하고 additive 허용한계가 0~5% 이내로 규정되어 있으며 additive 사용함량에 따라 제품이 3가지로 분류되는 China의 경우 6%이상 15%이하까지 허용되는 RPC PO의 제품이 있다.

풍화정도 또는 additive 사용정도를 가늠 할

Table 2. Product standard by country

Country	ASTM	Local modified ASTM	EN	Local modified EN	BS 12
Australia(AUS)				○	
China(RPC)				○	○
India(IND)					○
Indonesia(IDN)	○				
Japan(JPN)				○	
Malaysia(MYS)				○	○
Philippine(PHL)	○				
Singapore(SGP)					○
South Korea(KOR)	○	○			
Vietnam(VNM)				○	

**Table 3. Method standard by country**

Country	ASTM	Local modified ASTM	EN	Local modified EN	BS 12
Australia(AUS)	○		○	○	
China(RPC)		○		○	○
India(IND)					○
Indonesia(IDN)	○	○			
Japan(JPN)				○	
Malaysia(MYS)					○
Philippine(PHL)	○				
Singapore(SGP)			○		○
South Korea(KOR)	○	○		○	
Vietnam(VNM)			○	○	

**Table 4. The status of standard by country**

Description	AUS	RPC	IND	IDN	JPN	MYS	PHL	SGP	KOR	VNM
Clinker(*1)		○		○						○
OPC	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Rapid hardening Portland cement	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Portland fly-ash cement					○		(*2)			
Pozzolanic pulverized-fuel ash cement	○	○	○	○	○	○	○		○	○
Pozzolanic Portland cement	○	○	○	○	○	(*3)	○	(*4)	○	○
Blast furnace Portland cement			(*5)	○		○				
High slag blast furnace cement	○	○	○		○	○	○	○	○	○
Moderate heat Portland cement(*6)		○	○	○		○		○		
Low heat Portland cement	○	○	○	○	○		○	(*7)	○	○
Blended cement	○	○		○						○
Sulphate resisting Portland	○	○	○	○	○	○	○	(*8)	○	○
White Portland cement	○	○	○	○		○			○	○
Masonry cement	○	○	○	○		○				○

Note. (\*1) Specific standards for clinker

(\*2) Singapore standard does not classify it. If this type of cement is used in concrete, It shall be referred BS standard(BS 6588, BS6610)

(\*3) Pozzolan cement is not classified in Malaysian standard. This is reference to BS 6610

(\*4) Pozzolan cement is not classified in Singapore

(\*5) Indonesian standard does not classify it. But it is possible to use slag by Mixed cement according to SNI 15-3500

(\*6) This type of cement classifies as Type II in ASTM countries (Indonesia, Philippine and South Korea)

(\*7, \*8) Singapore standard does not classify it. If this type of cement is used in concrete , it shall be referred BS standard(BS1370, BS4027)

Table 5. Chemical and physical requirement gives as characteristic values by country(OPC)

Description	Additive (%)	IR(%)	LOI(%)	SO3(%)	MgO(%)	Chloride (%)	Blaine (m <sup>2</sup> /g)	Setting time(Min.)	
								Initial	Final
AUS	≤ 5.0	Nr.	Nr.	≤ 3.5	≤ 4.5 (Clinker)	Nr.(*7)	Nr.	≥ 45	≤ 600
RPC_P I	0	≤ 0.8	≤ 3.0	≤ 3.5	≤ 5.0	Nr	≥ 300	≥ 45	≤ 390
RPC_P II	≤ 5.0	≤ 1.5	≤ 3.5				≥ 300		≤ 390
RPC_PO	≥ 6.0 ≤ 15.0	Nr.	≤ 5.0				Nr.		≤ 600
IND_33	0	≤ 4.0	≤ 5.0	≤2.5(*3)	≤ 6.0	≤ 0.1	≥ 225	≥ 30	≤ 600
IND_43	0	≤ 3.0	≤ 5.0	≤3.0(*4)		(General)			
IND_53	0	≤ 3.0	≤ 4.0			≤0.05(*8)			
IDN	Nr.	≤ 3.0	≤ 5.0	≤3.0(*5) ≤3.5(*6)	≤ 5.0	Nr.	≥ 280	≥ 45	≤ 375
JPN	Nr.	Nr.	≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 5.0	≤ 0.035	≥ 250	≥ 60	≤ 600
MYS	≤ 5.0	≤1.5(*1) ≤5.0(*2)	≤4.0(*1) ≤5.0(*2)	≤2.5(*3) ≤3.0(*4)	≤ 5.0	≤ 0.1 (Concrete)	≥ 225	≥ 45	≤ 600
PHL	Nr.	≤ 0.8	≤ 3.0	≤3.0(*5) ≤3.5(*6)	≤ 6.0	Nr.	≥ 280	≥ 45 ≥60(G)	≤ 480 ≤600(G)
SGP	≤ 5.0	≤1.5(*1) ≤5.0(*2)	≤4.0(*1) ≤5.0(*2)	≤ 3.5	≤ 5.0 (Clinker)	≤ 0.1	Nr.	≥ 45 (52.5/62.5 N) ≥ 60 (32.5/42.5 N)	Nr.
KOR	≤ 5.0.	Nr.	≤ 3.0	≤3.0(*5) ≤3.5(*6)	≤ 5.0	Nr.	≥ 280	≥ 45 ≥ 60(G)	≤ 480 ≤600(G)
VNM_PC30	0	≤ 1.5	≤ 5.0	≤ 3.5	≤ 5.0	Nr.	≥ 270	≥ 45	≤ 600
VNM_PC40							≥ 270		
VNM_PC50							≥ 280		

Note. (\*1) If cement is not containing a minor additional constituent.

(\*2) If cement is containing a minor additional constituent.

(\*3) If C3A is more than 5%

(\*4) If C3A is less than 5%

(\*5) If C3A is more than 8%

(\*6) If C3A is less than 8%

(\*7) If the chloride is excess of 0.05%, the manufacture shall provide a certificate showing the most recent test results.

(\*8) For use in special structure like prestressed concrete, the limit of chloride shall be 0.05 and shall be required to be measured if desired by the purchaser.

(G) Gillmore method

Table 6. Mechanical strength requirements gives as characteristic values by country(OPC)

Description	2 days	3 days	7 days	28 days	Remark
AUS	Nr	Nr	≥ 25.0	≥ 40.0	
RPC_P I 62.5	Nr	≥ 28.0	Nr	≥ 62.5	
RPC_P II 62.5	Nr	≥ 28.0	Nr	≥ 62.5	
RPC_P I 62.5R	Nr	≥ 32.0	Nr	≥ 62.5	
RPC_P II 62.5R	Nr	≥ 32.0	Nr	≥ 62.5	
RPC_P I 52.5	Nr	≥ 23.0	Nr	≥ 52.5	
RPC_P II 52.5	Nr	≥ 23.0	Nr	≥ 52.5	
RPC_PO52.5	Nr	≥ 22.0	Nr	≥ 52.5	
RPC_P I 52.5R	Nr	≥ 27.0	Nr	≥ 52.5	
RPC_P II 52.5R	Nr	≥ 27.0	Nr	≥ 52.5	
RPC_PO52.5R	Nr	≥ 26.0	Nr	≥ 52.5	
RPC_P I 42.5	Nr	≥ 17.0	Nr	≥ 42.5	
RPC_P II 42.5	Nr	≥ 17.0	Nr	≥ 42.5	
RPC_PO42.5	Nr	≥ 16.0	Nr	≥ 42.5	
RPC_P I 42.5R	Nr	≥ 22.0	Nr	≥ 42.5	
RPC_P II 42.5R	Nr	≥ 22.0	Nr	≥ 42.5	
RPC_PO42.5R	Nr	≥ 21.0	Nr	≥ 42.5	
IND_Grade53	Nr	≥ 27.0	≥ 37.0	≥ 53.0	
IND_Grade43	Nr	≥ 23.0	≥ 33.0	≥ 43.0	
JPN	Nr	≥ 12.5	≥ 22.5	≥ 42.5	
MYS	Nr	≥ 23.0	Nr	≥ 41.0	
SGP_62.5N	≥ 20.0	Nr.	Nr	≥ 62.5	
SGP_52.5N	≥ 20.0	Nr.	Nr	≥ 52.5	
SGP_42.5N	≥ 10.0	Nr.	Nr	≥ 42.5	
VNM_PC50	Nr	≥ 31.0	Nr	≥ 50.0	
VNM_PC40	Nr	≥ 21.0	Nr	≥ 40.0	

수 있는 강열감량(LOI)의 경우 Australia를 제외하고 전체적으로 3~5% 이내로 규정되어 있고 Chloride의 경우 Japan, Indonesia, Singapore를 제외하고 대체적으로 OPC에는 허용한계를 규정치 않고 있으나 Korea를 포함한 일부 국가는 콘크리트 제품에 그 규정을

적용하여 관리하고 있다.

시멘트 응결부분의 규정을 살펴보면 전반적으로 Vicat method를 적용하여 초결은 30~60분이상, 종결은 390~600분 이하의 허용한계를 규정하여 관리하고 Korea의 경우 Vicat method 항목이 규정되어 있지만 Gillmore method가 보다 더

상용화 되어 있는 실정이다.

Mortar 압축강도 규격(Table-6)을 보면 ASTM 규격을 참고로 하는 Korea, Indonesia, Philippines 3개국을 제외한 나머지 국가들은 강도 등급별 품질관리에 비중을 둔 국제규격에 지향하는 모습을 볼 수 있고 특히 주변국 중 일본의 경우는 1999년에 ISO 규격을 근간으로 개정 작업을 완료한 상태이다.

#### 4. 규격별 압축강도시험의 특징

##### 4-1. Standard sand(표준사)

Table-7의 규격별 표준사 입도규격을 보면 EN 규격이 ASTM이나 KS 보다 입도분포가 넓게 규정되어 있고 1회분을 따로 포장 공급하여 압축강도 시험시 발생될 입도분리현상의 문제점을 해소하고 있다. 물론 원가적 측면에서는 가격 상승의 원인이 되나 실험적 측면에서 보면 표준사에 의한 압축강도 편차를 최소화 할 수 있으므로 권장될 사항인 것 같다.

우리나라 실정을 보면 KS 규격을 기준으로 단독업체인 주문진 규사를 통해 압축강도용 표준사가 공급되고 있으나 비록 KS 규격에 적합

한 입도분포와 용중을 갖는다 할 일지라도 실험실에 새로 입고되는 표준사에 따라 압축강도가 5~10 kg/cm<sup>2</sup>의 표준편차가 발생하여 시멘트 압축강도 시험을 통한 공정관리에 적지 않은 영향을 주고 있다

새로 입고된 표준사(New sand)와 사용 중이던 표준사(Old sand)와의 물성차이를 파악하여 출하 시멘트의 품질 변화를 정확히 판단하기 위해 압축강도시험을 수행해 본 결과 최대 20 kg/cm<sup>2</sup> 이상의 차이가 발생된 것을 알 수 있다. (Table-8)

주문진 규사 생산 공정을 살펴보면, EN sand와 같이 입도별로 구분 후 혼합하는 공정이 아닌 KS규격 내에서 가장 높고 낮은 두 가지 체가름 망을 사용하여 생산하고 있다.

엄격한 입도관리를 하는 EN sand라 할 지라도 EN 압축강도 시험을 하는 연구소 등에서 간과하면 안 되는 사항은 산지에 따라 표준사 품질차이가 발생하여 압축강도 시험결과에 약 2~3Mpa (20~30kg/cm<sup>2</sup>)의 강도차이가 발생할 수 있다는 것이다.

예로 EN 압축강도시험을 위하여 입도분포가 같은 JIS R 5201 sand를 사용한다면 유럽에서 분석된 압축강도 결과와의 동일성을 갖기 위하

Table 7. Particle size distribution of standard sands

Country	EN 196-1	JIS R 5201	ASTM C778	KS L 5100
2.00 mm	0	0	-	-
1.60 mm	7 ± 5	7 ± 5	-	-
1.00 mm	33 ± 5	33 ± 5	-	-
0.60 mm	-	-	0~4	Less than 1
0.50 mm	67 ± 5	67 ± 5	-	-
0.425 mm	-	-	25~35	-
0.30 mm	-	-	70~80	More than 95
0.16 mm	87 ± 5	87 ± 5	-	-
0.15 mm	-	-	96~100	-
0.08 mm	99 ± 5	99 ± 5	-	-
Package	1350g/bag	1350g/bag	25kg/bag	25kg/bag

Table 8. The strength result using old sand and new sand

Description		Compressive strength(kg/cm <sup>2</sup> )				Remark
		1 day	3 days	7 days	28 days	
Old sand (A)	Average	121	231	299	383	n=9
	Max	136	250	313	394	
	Min	104	216	284	373	
New sand (B)	Average	126	233	304	383	
	Max	148	258	317	399	
	Min	118	207	290	371	
Difference (B-A)	Average(ABS)	7	7.7	7.1	5.6	
	STD	9.3	10.8	7.1	6.3	
	Max	27	10	12	10	
	Min	-6	-26	-6	-7	

여 유럽에서 일반적으로 사용되는 Maker의 EN sand와 비교분석 후 사용하는 것이 바람직할 것이다.

#### 4-2. 규격별 압축강도시험 비교

Table-10의 KS와 EN 규격 압축강도시험 특징을 보면 EN 규격의 온도관리가 KS 보다 엄격하게 규정되어 있다는 것을 알 수 있다.

KS와 달리 실험실 온도관리에 철저한 기록이 요구되는 EN 규격의 실험실 온/습도는 20±2℃ /50%이상으로 유지하되 시험 중 매일 1회 이상 기록되어야 하고 습상함 및 양생수의 온/습도는 20±1℃/90%이상으로 유지하되 시험의 신뢰성의 확인을 위하여 매 4시간 마다 기록되어야 한다.

모르타르의 기계적 혼합방법은 두 규격이 동일하나 유럽에서는 시험자에 의한 오류감소 및 안전적 측면의 강화를 위해 혼합절차가 programming 된 자동 혼합기의 사용을 권장한다.

EN 규격의 Tamping 방법을 보면 시험자간의 쟁기 강약차이에 따라 압축강도시험에 영향을 줄 수 있는 KS방법에 비해 Jolting 설비를 사용하는 것이 특징이다. Jolting 설비 이외에도 BS 389 에 기술된Vibrating table의 사용도 허용되나 KS에 거론된 수동적 방법은 배제된다.

규격별 시험체 크기 규격은 서로 크게 다르고 EN의 재령별 요구되는 측정개수 평균은 KS의 3회 평균값에 비해 6회 평균값을 산출하여 불완전 시험체 및 재시험을 평가하고 있다.

6회 평균값에서 '10% 이상 강도차가 발생하는

Table 9. The strength result using EN sands of different producing area

Description	Compressive strength(Mpa)				Remark
	2 days	3 days	7 days	28 days	
Made by England	15.9	20.2	30.1	37.6	n=5
Made by JIS sand	17.7	22.5	31.8	40	
Difference	-1.8	-2.3	-1.7	-2.4	

Table 10. Difference between KS and EN mechanical strength test

Description	KS	EN	Remark
Lab. condition	T : 20 ~ 27.5℃ H : More than 50%	T : 20 ± 2℃ H : More than 50%	
Curing water	T : 23 ± 2℃	T : 20 ± 1℃	
Humidity chamber	T : 23 ± 2℃ H : More than 95%	T : 20 ± 1℃ H : More than 90%	
Mortar portion (Cement : Sand : Water)	1 : 2.45 : 0.485	03:00.5	
Tamping	Manual	Jolting apparatus	
Specimen size	50*50*50mm	40*40*160mm	
Number of specimen per aging day	3 specimen 3 measurement	3 specimen 6 measurement	
Measurement	1day±30min 3days±60min 7days±180min 28days±720min	1day±15min. 2days±30min 3days±45min 7days±120min ≥28days±480min	

시험체는 불완전시험체로 평가하고 나머지 5회 평균값으로 결과를 산출하나 그 수가 2개 이상 일 경우는 재시험을 하도록 규정되어 있다.

재령별 압축강도 측정 허용시간 또한 EN 규격이 KS 보다 엄격하게 관리되고 28일 이후 재령에

대해서는 28일 재령 규정과 동일하게 적용된다.

그러나 EN 규격은 재령별로 기계적 혼합과 시험체 성형을 다시 해야 하기 때문에 KS 시험 방법에 비해 약 3배 이상의 시간이 소요된다는 단점이 있다.

Table 11. Mechanical strength requirements given as characteristic values(EN)

Description	Compressive strength(Mpa)				Initial setting time(min)	Soundness (mm)
	Early strength		Standard strength			
	2 days	7days	28 days			
32.5 N	-	≥ 16.0	≥ 32.5	≤ 52.5	≥ 75	≤ 10
32.5 R	≥ 10.0	-				
42.5 N	≥ 10.0	-	≥ 42.5	≤ 62.5	≥ 60	
42.5 R	≥ 20.0	-				
52.5 N	≥ 20.0	-	≥ 52.5	-	≥ 45	
52.5 R	≥ 30.0	-				

Table 12. Conversion factor between KS and EN regarding mechanical strength test

Description	Compressive strength (kg/cm <sup>2</sup> )			Compressive strength(Mpa) - A			Compressive strength(Mpa) - B			Conversion Factor (B/A)			Remark
	2days	7days	28days	2days	7days	28days	2days	7days	28days	2days	7days	28days	
	KS L 5105						EN 196-1			-			
<b>Average</b>	164	304	395	16.1	29.8	38.8	21.6	43.3	55.6	1.35	1.46	1.44	n=14
STD	17.9	23	25	1.8	2.3	2.5	1.2	2	1.7	0.11	0.08	0.07	
Max.	196	338	436	19.2	33.1	42.8	23.6	47.1	58.8	1.54	1.56	1.57	
Min.	142	274	361	13.9	26.9	35.4	18.7	39.3	53	1.13	1.32	1.3	

#### 4-3. EN 압축강도 등급에 따른 KS 강도 평가

EN 규격 압축강도는 28일 강도의 세 등급(32.5/42.5/52.5)과 초기강도 규정을 위한 N, R 구분의 조합을 통해 총 6가지의 등급(Table-11)으로 이루어져 있다.

현재 한국에서 유통되고 있는 포틀랜드 시멘트는 약 35~40Mpa(360~420kgf/cm<sup>2</sup>)의 28일 강도를 갖지만 규격별 압축강도시험에 사용되는 표준사의 입도 및 물성 차이 등으로 인해 EN 등급을 그대로 적용할 수 없다.

Table-12에서 볼 수 있듯이 국내 유통 포틀랜드 시멘트를 KS와 EN 방법으로 시험해 보면 시험방법론 면에서 양쪽 규격이 비슷하므로 어느 정도 일정한 상관관계를 갖는 것을 알 수 있다.

즉, 국내 유통 시멘트의 EN 2일 강도는 KS 2일 강도에 비해 약 1.35배, 7, 28일 강도는 약 1.45배의 높은 측정값을 도출하므로 2일 강도가 30Mpa 이상 발현하는 52.5R 등급을 제외하고 나머지 5가지 등급은 무난히 cover되고 있고 구체적으로 국내 유통 시멘트 등급을 평가한다면 EN 52.5N 등급의 고품질 시멘트인 것을 알 수 있다.

#### 5. 결 론

앞에서 기술한 것과 같이 EN 규격이 국제 규격으로 거론되고 있는 실정이고 이미 제정된 ISO 규격을 보더라도 영국규격을 유럽규격화로 이를 ISO화로 추진하는 경향이며, ISO/TC74 (Cement and lime)는 시멘트분야 국제규격 기술위원회로 간사기관(IBM)과, 간사가 CEN/TC 51(Cement and building limes)과 점임으로 있어 더욱더 ISO화 추진이 용이한 형편이다.

Asia 지역 국가별 규격현황을 살펴보더라도 많은 국가들이 국제규격을 적용하고 있거나 추진 중인 것을 알 수 있다. ASTM을 참고로 하는 Korea, Malaysia, Philippines 등의 국가들만 유럽국가와 상호 상이한 체계를 유지하고 있는데 이제는 KS규격의 방향도 세계적인 흐름에 따라 ISO 규격과 부합화하는 방향으로 추진함에 가속을 더해야 할 것이다.

#### < Reference >

- 2004 기술백서 "제 7장 분야별, 산업기술 및 표준화 동향" P 622~623