

講座・土木 と JIS 4

セメントとコンクリート/素材・試験編
樋口芳朗*・塚山隆一**

1. まえがき

セメントコンクリートの JIS について、素材編と試験編に分けて述べるよう編集委員会からご指示があったが、まとめて扱った方が便利な点も多いので、合併させて頂いたことを最初にお断わりしておく(コンクリート製品の JIS については別に取り扱われることになっている)。セメントコンクリート関係の JIS は、要請されているものの網羅度¹⁾、全体的な横の連絡²⁾などの体系的なとらえ方で問題はあるし、現行の JIS そのものにも改善を要する点が見受けられることは確かである。これらの問題点をできるだけ客観的に浮きぼりにする意味で、本講座では主要な外国規格と JIS との比較に主力

を注ぎ³⁾、日本コンクリート会議で特集された「コンクリートと標準化」⁴⁾、建材試験センターが工業技術院の依頼を受けて行った「構造材料の機械的・化学的性質の体系調査の推進のための調査研究」⁵⁾の2つも重要な参考資料としながら考察を加えることにする。

2. JIS と主要海外規格との対照

アメリカ合衆国 (ASTM)⁶⁾、イギリス (BS)、フランス (NF)、西ドイツ (DIN) およびソ連 (ГОСТ) の5か国の国家的規格を選び、これらと JIS の標題(スペースの関係で略記してある)を対照して、表-1(コンクリート用材料品質規格)、表-2(コンクリート用材料試験方法規格)および表-3(コンクリート試験方法規格)に示した。

外国規格の検索は次の書物によって行い、必要のあるものは原規格も参照した。

アメリカ合衆国: Annual Book of ASTM Standards, Part 9 (Cement; Lime; Gypsum), Part 10 (Concrete and Mineral Aggregate) 1972 年版

イギリス: British Standards Yearbook 1972

フランス: Catalogue des normes françaises, 1973 年版(分類 P)

西ドイツ: DIN Taschenbuch, Vol. 37, Baunormen

表-1 各国規格対照表(コンクリート用材料品質規格)

項目	日 本 (JIS)	アメリカ合衆国 (ASTM)	イギリス (BS)	フランス (NF)	西ドイツ (DIN)	ソ 連 (ГОСТ)
セ メ ン ト	R 5210 [普 早 中 庸 通 強 熱 耐 火]	C150 [普 早 中 庸 通 強 熱 耐 火]	4627 [用 語]	P15-302 [普 早 通 強]	1164 Blatt 1 [普 早 通 強 熱 耐 火]	10178 [普 早 中 庸 通 強 熱 耐 火]
	R 5211 [高 炉]		12 [普 早 通 強]	P15-303 [鉄 ボルト]		
	R 5212 [シ リ カ]	C595 [高 早 低 耐 火 耐 火 耐 火]	1370 [低 熱]	P15-304 [高 炉]	Blatt 1 [普 早 通 強 熱 耐 火]	969 [アル ミ ナ]
	R 5213 [フ ライ ア ッ シュ]		4027 [耐 火 耐 火]	P15-305 [ス ラ グ]		
			146 [高 炉]	P15-313 [高 耐 火 耐 火]		
			4246 [低 熱 高 炉]		4210 [高 耐 火 耐 火]	
			4248 [高 耐 火 耐 火]			
			915 [ハ イ ア ル ミ ナ]			
混 和 材 料	A 6201 [フ ライ ア ッ シュ]	C618 [ポ ゾ ラ ン] C260 [A E 剤] C494 [化 学 混 和 剤]	3892 [フ ライ ア ッ シュ]	P18-103 [混 和 剤] P18-308 [ポ ゾ ラ ン]	4207 [水 硬 性 混 和 材] 51043 [ト ラ ス]	6269 [活 性 鉱 物 質 粉 末]
水				P18-303 [コ ン ク リ ー ト 用 水]		
骨 材	A 5002 [構 造 用 軽 量 骨 材]	C 33 [コ ン ク リ ー ト 用 骨 材]	882 [天 然 骨 材]	P18-301 [一 般 骨 材]	4207 [コ ン ク リ ー ト 用 骨 材]	10268 [一 般 コ ン ク リ ー ト 用 骨 材]
	A 5005 [コ ン ク リ ー ト 用 砕 石]		3797 [軽 量 骨 材]	P18-302 [破 砕 ス ラ グ]		
		C330 [構 造 用 軽 量 骨 材]	877 [発 泡 ス ラ グ 骨 材]	P18-304 [粒 度]	Blatt 2 [ポ ー ラ ス な 骨 材]	9757 [軽 量 骨 材]
		C637 [選 べ い 用 骨 材]	1047 [空 冷 ス ラ グ 骨 材]	P18-306 [粒 状 ス ラ グ]		
			1165 [ク リ ン カ 骨 材]	P18-307 [膨 張 ス ラ グ]		5578 [コ ン ク リ ー ト 用 ス ラ グ 砕 石]
				P18-309 [膨 張 粘 土]		

* 正会員 工博 国鉄鉄道技術研究所 構造物研究室長

** 正会員 日本セメント(株)研究所 主任研究員補

表-2 各国規格対照表 (コンクリート材料試験方法規格)

項目	日本 (JIS)	アメリカ合衆国 (ASTM)	イギリス (BS)	フランス (NF)	西ドイツ (DIN)	ソ連 (ГОСТ)
セメント	R 5201 [物理試験] [粉末重量] [凝結安定性] [強度]	C183 [サンプリング] C114 [化学分析] C109 [強さ] C191 [凝結] C451 [早粘性] C204 [粉末度] C151 [安定性] C186 [水和熱] C452 [硫酸塩膨張]	4550 [化学分析] 12 [普通, 早強] 1370 [低熱] 4027 [耐硫酸塩] 146 [高炉] 4248 [低熱高炉] 4248 [高硫酸塩] 915 [アルミナ]	P15-461 [化学分析] P15-401 [一般仕様] P15-402 [標準ベース] P15-403 [標準モルタル] P15-431 [凝結] P15-432 [温度膨張] P15-433 [収縮膨張] P15-434 [ひびわれ性] P15-442 [粉末度] P15-451 [強さ]	1164 Blatt 3 [化学分析] Blatt 4 [粉末度] Blatt 5 [凝結] Blatt 6 [安定性] Blatt 7 [強度] Blatt 8 [水和熱]	310 [物理試験] 5382 [化学分析] 9552 [アルミナセメントの化学分析]
	R 5202 [化学分析]					
	R 5203 [水和熱]					
混和材料	A 6210 [フライアッシュ]	C233 [A E 剤試験] C311 [フライアッシュ] C441 [鉱物質微粉末のアルカリ骨材反応防止]		P15-462 [ボゾラン反応] P18-103 [混和剤定義]	51043 [トラス試験]	
水			3148 [コンクリート用水]	P18-303 [コンクリート用水]		
骨材	A 1109 [細骨材, 比重] [吸水]	C702 [サンプリング] D 75 [縮分] C127 [粗骨材, 比重] [吸水] C128 [細骨材, 比重] [吸水] C 70 [表面水] C136 [ふるい分け] C117 [洗い] C 29 [単位容重] C 40 [有機不純物] C 88 [安定性] C535 [ロサンゼルスオシロヘリ] [大粒] [ロサンゼルスオシロヘリ] [小粒] C235 [軟石] C142 [粘土塊] C123 [軽量骨材] C647 [軽量骨材] C682 [凍結抵抗] C295 [鉱物鑑定] C227 C586 C289 C342 [潜在反応性]	812 [一般骨材] 内容 サンプリング 分類 粒度 比重, 吸水 密度, ボイ ト ふ く ら ぬ 水 量 含 有 機 質 機 械 的 性 質 3161 [軽量骨材] 内容 サンプリング 見かけ比 重量 単 位 容 積 率 粒 径 分 布 率 熱 減 量 係 数 強 度 減 少 係 数 安定	P18-301 [一般骨材] 内容 平均体積係 数 空 隙 率 有機不 純物 洗 浄 P18-302 [破碎スラグ] 上記のほかに [比重] [点性] P18-304 [粒度] P18-309 [膨張粘土] 内容 [粒度] [容積] [吸水] [水酸] [重量] [分]	4226 Blatt 3 [コンクリート骨材] 内容 サンプリング 単位容 積 凍 結 抵 抗 有 機 不 純 物 モ ル タル に よ る 試 験 強 度 分 析 アルカリ可 溶分 スラグの弱 い成分 スラグの安 定性 人工軽骨 材の強熱 減量 人工軽骨 材の安定 性 人工軽骨 材のコン クリート による試 験 人工軽骨 材の強さ	8735 [細骨材] 8269 [粗骨材] 9758 [軽量骨材]
	A 1110 [粗骨材, 比重] [吸水]					
	A 1134 [軽量細骨材] [比重吸水]					
	A 1135 [軽量粗骨材] [比重吸水]					
	A 1110 [表面水]					
	A 1102 [ふるい分け]					
	A 1103 [洗い]					
	A 1104 [単位容重]					
	A 1105 [有機不純物]					
	A 1122 [安定性]					
	A 1121 [ロサンゼルスオシロヘリ]					
	A 1120 [ドバルオシロヘリ]					
	A 1126 [軟石]					
	A 1005 [コンクリート用砕石] 内容 [粒形判定実] [積率]					
	A 1003 [軽量骨材] 内容 [強熱減量] [実積率] [コンクリートによる試験]					

Beton-und Stahlbetonbau, 1972 年版

ソ連: УКАЗАТЕЛЬ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ СССР 1973年版(分類Ж)

なお、国際規格 ISO は、今後重要性がますます高まると思われるが、セメントコンクリート関係はまだ規格制定作業が緒についたばかりであるので、制定済みの4規格を表-4 に示すとどめる。

さて、表-1~3 の範囲で諸外国規格と JIS とを比較してみると、次のような点が浮きぼりにされてくる。

(1) コンクリート用材料品質規格

① セメント規格では、耐硫酸塩セメントや高硫酸塩

スラグセメントが、JIS にはないが外国に例が多い。高炉セメントは、表-5 に示すように、国によって呼び名や区分がかなり異なっている。

② 混和剤の規格は、ASTM および NF を除いて、まだ制定されていない。

③ 一般骨材の規格が国家的規格として統一されていないのは JIS だけのようである。また、コンクリート用スラグ骨材の規格がないのも JIS だけである。

ASTM および DIN では、一般骨材の規格に砕石およびスラグ骨材を含めて規定している。

④ 構造用軽量骨材の規格は各国とも整備されており国際規格制定の態勢がととのっていると考えられる。

(2) コンクリート用材料試験方法規格

① セメントの試験方法規格では、BS がセメントの種類別に品質と試験方法を抱き合せて規定していること(ただし、BS 12 ボルトランドセメントが基本になっている)、DIN では品質と試験方法を一つの規格にまとめていることなどが目につく。内容的には、ヨーロッパ諸国では ISO R 679 に統一される傾向にあることに注意を要する。表-6 は強さ試験方法の要点をまとめたものであり、JIS はやや孤立化の傾向にあることがわかる。

② 混和剤試験方法の規格は ASTM にあるだけで、まだ、品質規格とともに、各国とも整備されていないといえる。

③ コンクリート用(練り)水の規格は BS と NF にある。なお、品質規格があるのは NF だけである。

④ 骨材試験方法は、BS, NF, DIN, GOCT が骨材種別に統一した規格としているのに対して、JIS と ASTM は各項目別の規格としているのが対照的である。DIN は骨材の品質と試験方法をすべて一つにまとめた大きな規格としている。また、NF は種類別に品質と試

表-3 各国規格対照表(コンクリート試験方法規格)

項目	日 本 (JIS)	アメリカ合衆国 (ASTM)	イギリス (BS)	フランス (NF)	西ドイツ (DIN)	ソ連 (GOCT)
サンプリング	A 1115 [サンプリング]	C172 [サンプリング]	1811 Part 1 [サンプリング]	P18-304 [実験室] P18-404 [現場] P18-405 [強度判定用]		
フレッシュコンクリート	A 1101 [スランブ] A 1116 [単位容重, 空気量] A 1117 [空気量-水, 柱圧力] A 1118 [空気量-容積] A 1128 [空気量-圧力] A 1123 [ブリージン] A 1112 [洗い分析]	C143 [スランブ] C124 [フロー] C138 [単位容重, 空気量] C173 [空気量-容積] C231 [空気量-圧力] C232 [ブリージン] C360 [ホール貫入] C403 [凝結貫入抵抗] C567 [軽量単位容重]	1881 Part 2 [フレッシュコンクリート] 内容 [スランブ係数, 固め係数, VBメータ, 単位容重, 空気量-水, 柱圧力, 洗い分析]	P18-451 [スランブ]	1045 [コンクリート試験] Blatt 1 [締固め度, 固め位置, 容積, 空気量, 洗いセメント] 52171 [フレッシュコンクリート分析]	10181 [スランブレモールジニング]
供試体の製造	A 1131 [強度用供試体]	C 31 [現場供試体] C192 [実験室供試体] C 42 [コアの採取試験] C174 [コアの長さ測定] C617 [キャッピン] C684 [供試体促進養生]	1811 Part 3 [供試体の製造] 内容 [キューブ, シリンダー]	P18-400 [円柱] P18-401 [角柱] P18-402 [立方体] P18-416 [キャッピン] P18-422 [振動成形] P18-423 [樑突き成形]	1048 [コンクリート試験] Blatt 1 [供試体製造] 51229 [供試体型わく]	10180 [強度試験方法]
強度試験	A 1108 [圧縮] A 1106 [曲げ] A 1114 [折片圧縮] A 1113 [引張] A 1107 [コア, カットビーム]	C 39 [圧縮] C 78 [曲げ3等分] C293 [曲げ中心] C116 [折片圧縮] C496 [引張] C683 [現場圧縮曲げ] C 42 [コア, カットビーム] C469 [静弾性, ポアソン比] C234 [鉄筋付着]	1881 Part 4 [強度試験] 内容 [キューブ圧縮, 折片圧縮, 折引, コットビーム] 1881 Part 5 [静弾性]	P18-406 [圧縮] P18-407 [曲げ] P18-408 [引張] P18-409 [直接引張]	1048 [コンクリート試験] Blatt 1 [圧縮, 曲げ, 引張] Blatt 2 [コア, カットビーム]	10180 [強度試験方法] 内容 [曲げ, 圧縮, 引張]
強度以外の諸性質	A 1124 [長さ変化] A 1125 [長さ変化]	C157 [長さ変化] C341 [コア長さ変化] C512 [クリープ] C666 [急速凍結融解] C671 [凍結膨張] C418 [摩耗] C672 [解氷剤のスケール抵抗]	1881 Part 5 [強度以外の諸性質] 内容 [長さ変化, 長期初吸, 吸水]		1048 [コンクリート試験] Blatt 1 [透水性] 4030 [侵食性物質]	12730 [吸水性] 10060 [耐寒性]

項目	日 本 (JIS)	アメリカ合衆国 (ASTM)	イギリス (BS)	フランス (NF)	西ドイツ (DIN)	ソ 連 (ГОСТ)
硬化コンクリートの分析		C 85 [硬化コンクリートのセメント量] C 642 [比重, 吸水, 空けき] C 457 [空けき分布]	1881 Part 6 [硬化コンクリートの分析] 内容 [セメント量, 骨材量, 粒度, 水密, セメント, 材の品種, 塩分, 硫酸分] 1881 Part 5 [密 度]		1048 [コンクリート試験] Blatt 1 [密度吸水] 52170 [硬化コンクリート分析]	17230 [密度, 空けき]
非破壊試験	A 1127 [共鳴振動]	C 215 [共鳴振動] C 597 [パルス速度]	4408 [非破壊試験] Part 1 [電磁式かぶり測定] Part 2 [ストレーンゲージ] Part 3 [ガンマ線] Part 4 [表面硬度] 1881 Part 5 [動弾性係数]		4240 [表面硬度] 4241 [表面硬度・軽量]	17623 [ラジオアイソトープ] 17624 [ウルトラソニック] 17625 [放射線] 10180 [強度試験方法]

表-4 セメントコンクリートの国際規格 (ISO Recommendation)

規格番号	担当委員会	制定時期	標 題
R 597	ISO/TC 74	1967年 8月	Definition and Terminology of Cements (セメントの定義と用語)
R 679	ISO/TC 74	1968年 3月	Method of Testing Strength of Cement (セメントの強度試験方法)*
R 863	ISO/TC 74	1968年 8月	Pozzolanicity Test for Pozzolan Cements (ポゾランセメントのポゾラン反応性)**
R 1920	ISO/TC 71	1971年10月	Concrete Tests, Dimensions, Tolerances and Applicability of Test Pieces (コンクリート試験, 供試体の寸法, 許公差, 適用)

注: ① * 印, プラスチックモルタルの圧縮および曲げ強度 (RILEM-CEMBUREAU Method).
** 印, ポゾランセメントとは40%以内のポゾランを含有し, ポゾラン反応性試験に合格するものをいう (R 597).

験方法を合せた規格としている。JIS および ASTM の構造用軽量骨材規格はこの方式となっているが, 適用範

表-5 高炉セメントの定義の比較

規格名	高炉スラグの分量 (%)								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ISO R 597	PB*セメント 20		PBセメント 20 to 35		PBセメント 35 to 60		PBセメント 60 to 80		BP**セメント 85
JIS R 5211	高炉セメント A 種			高炉セメント B 種			高炉セメント C 種		
ASTM C 595	PB スラグセメント						スラグセメント		
BS 4627 BS 146 BS 4246	PBセメント						低熱PBセメント		
DIN 1164	鉄ボルトランドセメント EPZ			高炉セメント HOZ					
NF P 15-303, 304, 305	スラグ入りボルトランドセメント CPAL	鉄ボルトランドセメント CPE	低熱セメント CMM	高炉セメント CHF	クリンカ入りスラグセメント CLK				

注: ① * 印, PB=portland blast-furnace.
② ** 印, BP=blast-furnace portland.
③ フランスNF規格では普通ボルトでは15±5%以内, 早強ボルトでは7.5±2.5%以内まで高炉スラグ, ポゾラン等の添加を許している (スラグ入りボルトランドセメントCPAL).

圍の項に試験方法を含むことが述べられていない。

⑤ 一, 二か国しか規定していない特殊な骨材試験方法には, ASTM の鉱物学的検査 (C 295-65, Petrographic examination of aggregates for concrete) およびアルカリ骨材反応のための潜在反応性試験 (4方法あり), BS および DIN の破砕強度試験などがある。

(3) コンクリート試験方法

① コンシステンシーおよびワーカビリティ試験方法としてスランプ試験以外の試験方法を規格化している国が多い。ASTM のフロー試験 (C 124-71), ボール貫入試験 (C 360-68), BS の締固め係数および VB コンシステンメーター試験 (BS 1881 : Part 2 : 1970), DIN の締固め度および ひろがり試験 (DIN 1048 : Blatt 1, 1972), GOCT のリモールジング試験 (GOCT 10181-62)

などがその例である。

② 強度試験方法では, 直接引張 (NF), 静弾性係数 (ASTM および BS), 鉄筋付着強度 (ASTM) などが, JIS にない試験である。せん断, 支圧, 組合せ応力などは各国ともまだ規格化していない。なお, 日常的な圧縮強度試験の供試体に関する各国規格は, 表

表-6 セメント圧縮強さ試験方法

規格名	セメント比	水セメント比 (%)	供試体	練り混ぜ時間合計 (min)	表面仕上げ	荷重速度
ISO R 679	1:3	50	直方体 4×4×16 cm	3 (機械練り)	成形直後	10~20 kg/cm ² /sec
JIS R 5201	1:2	65	直方体 4×4×16 cm	5 (手練り)	成形後5時間以上	80 kg/sec
ASTM C 109	1:2.75	48~52 (フロー一定)	立方体 1辺 2 in	4 (機械練り)	成形直後	最大荷重まで 20~80 sec
BS 12	1:3	40	立方体 1辺 2.78 in	5 (手練り)	成形直後	35 MN/m ² /min
DIN 1164	1:3	50	直方体 4×4×16 cm	2 (機械練り)	成形直後	10~20 kg/cm ² /sec
NF	1:3	50	直方体 4×4×16 cm	5 (機械練り)	成形直後	10~20 kg/cm ² /sec

表-7 コンクリート圧縮強度試験用供試体の寸法規格

規格名	形状	断面寸法 (mm)	高さ	備考
ISO	円柱体 立方体	$d=100, 150^*, 200, 250, 300$ $d=100, 150, 200, 250, 300$	d $2d$	d は骨材最大寸法の 4 倍以上であること
JIS	円柱体	$d=100, 150$	$2d$	骨材最大寸法 30 mm 以下は $d=100$ を使用してよい。50 mm 以上のときは 3 倍以上とする
ASTM	円柱体	$d=152$	$2d$	骨材最大寸法 50 mm 以上のときは、 d はその 3 倍以上とする
BS	立方体	$d=100, 150$	d	骨材最大寸法 25 mm までは $d=100$ を使用してよい
NF	円柱体	$d=112.8, 159.6, 252.5$	約 $2d$ (220, 320, 500)	骨材最大寸法 25 mm 以内は $d=112.8$ 40 mm 以内は $d=159.6$ 63 mm 以内は $d=252.5$
DIN	立方体 円柱体	$d=100, 150, 200, 300$ $d=100, 150, 200, 300$	d $2d$	d は骨材最大寸法の 4 倍以上であること。

注・印, プシックは標準寸法を示す。

表-8 促進養生強度試験 (ASTM C 684-71 T) の要点

促進方法	型 枠	促進媒体	養生温度	促進開始村令	促進養生時間	強度試験村令
A 温水	通常型枠または使い捨て	水	30°C	成形直後	2 1/2 ± 0.5 時間	24 時間 ± 15 分
B 沸騰水	通常型枠または使い捨て	水	100°C	成形後 23 時間	3 1/2 時間 ± 5 分	28 1/2 時間 ± 15 分
C 自己発熱	使 い 捨 て	水和熱	水和熱による温度上昇	成形直後	48 時間 ± 15 分	49 時間 ± 15 分

—7 のとおりである。

③ ASTM では、促進養生による強度試験方法の規格を最近制定した (C 684-71 T, Making and accelerated curing of concrete compression test specimens)。この規格の要点は表-8 のとおりである。

④ 強度以外の諸性質については、ASTM を除いて各国ともまだ規格が完備しているとはいえない状態である。DIN で耐久性との関連で透水試験が重視されており、 Γ OCT には耐寒性の試験方法規格 (Γ OCT 10060) がある。化学的侵食作用に対する抵抗性試験方法を規格化している国はないが、DIN では水、土、ガスの侵食性を分類する規格があり (DIN 4030)、透水性および水セメント比と関連づけて配合設計に反映できるようにしている。

⑤ 硬化コンクリートの配合推定分析方法が、ASTM (C 85-66)、BS (1881-Part 6) および DIN (52170) に規定されている。

⑥ 硬化コンクリートの非破壊試験方法は JIS、BS および ASTM で共鳴振動法が規定されているほか、表面反跳硬度 (BS、DIN、 Γ OCT)、ストレインゲージ (BS)、鉄筋のかぶり測定 (BS、 Γ OCT)、密度 (Γ OCT)、ガンマー線による内部検査 (BS)、ウルトラソニック (A

STM、 Γ OCT) などが規格化されている。

⑦ JIS および ASTM は、各項目ごとの個別規格になっているのに対し、BS および DIN は日常的なコンクリート試験を次のような標題で一本化してまとめている。

BS 1881 : Methods of testing concrete (Part 1 ~Part 6)

DIN 1048 : Prüfverfahren für Beton, Blatt 1

⑧ DIN にはコンクリートの設計および施工についての国家規格が設けられており、試験方法の規格と密接な関連を有している。わが国の土木学会コンクリート標準示方書に相当するものである。

DIN 1045 : Beton-und Stahlbetonbau, Bemessung und Ausführung

以上の JIS と主要海外規格との対比から種々の JIS の問題点を具体的に取り出すことは可能であるが、別の観点からの考察も加えながら検討するのがより適切と思われるので、次章でまとめて取り扱うことにする。

3. JIS の問題点

JIS 自身が内包するジレンマについてはすでに三木博

士が総論において詳しく述べられている。制定された JIS についてタイミング⁷⁾が問題にされたり、専門化度⁸⁾、進歩度⁹⁾、厳格度¹⁰⁾、明瞭度¹¹⁾、詳細度¹²⁾、実用度¹³⁾などについてのアンバランスが論じられるのは、ある程度当然のことともいえる。これらが見直しの過程¹⁴⁾で改善されてゆくべきであることはいうまでもないが、どのような方向に改善されてゆくべきであるかという基本方針の検討が、まずなされるべきであるし、この方針にそって要請度の高い JIS を新しく制定してゆくことが重要と思われる。以下、順を追って製品を除くセメントコンクリート関係の JIS の問題点につき検討することとする。

(1) セメント

実体とかけはなれた低い強度レベルが JIS のセメント規格では示されているとして長らく問題にされてきたが、近く大幅に改善される予定である¹⁵⁾。一方、外国規格と比べて標準モルタルの水セメント比その他が、かけはなれているという点は改正が見送られるとのことである。建築界では膨大な実験を行ってセメントの規格強さをもととした標準調合(配合)表を完成し実用化されているので、急に換えられないのはもっともであると思われる。また、土木界では、セメント規格強さの活用という点では、あまりにも無関心にすぎたきらいがあるが、他の条件が一定ならばセメント強さとコンクリート強度の増減傾向が一致することは明らかであるから、もっとセメント規格強さを尊重する方向で検討し、建築界と協調しながら国際的に孤立しない方向に改善して頂くことが望ましいと思われる。

最近、セメントの多様化の傾向も目立ってきた。これらをすぐ JIS 化することは、もちろん時期尚早といわなければならないが、なんらかの基準があると便利なことも確かである。基本的特性値の試験方法を示す JIS に大体準拠するとともに、各新製品が狙いとしている特殊性質は特別に付加して評価するという方法¹⁶⁾なども検討されるべきであろう。なお、諸外国に比べて、わが国が高炉スラグの活用に無関心すぎるように見える点は再検討されるべきであると思われる。

セメントの偽凝結とか早乾性については ASTM に方法があり、日本建築学会でも「セメントの異常凝結試験方法」として示してあるが、それらの工学的意義を疑問とする意見も少なくないので、JIS 化については慎重な検討が行われなければならないと思われる。

(2) 混和材料

混和材料関係の JIS としては、フライアッシュ¹⁷⁾があるだけであり、全国的に普及し大量に用いられている

AE 剤や減水剤についての JIS がないのは実に不便であるという声が強い。よく検討してみると、JIS がたえてできても決して解消されないような不都合¹⁸⁾さまでこれらの声に含まれていることも多いが、なにしろこれだけ大量に実用されているものについて JIS が何もないということは問題であり、適当な JIS の制定されることが望ましいことは確かである。JIS 化にあたっては、土木学会規準(AE 剤規格案、減水剤規格案)、日本材料学会規準(構造用コンクリートに用いる化学混和剤規準案)が ASTM などとともに参考とされるべきである。

(3) 水

従来わが国は水資源に恵まれてきており、「飲料に適する水道水なら可」などとおうように構えてきたが、局的あるいは一時的には事態の悪化することもあるし、生コン工場での排水再利用の問題¹⁹⁾などもクローズアップされてきたので、コンクリート用水の JIS 化を検討する必要に迫られる可能性もある。その際は、日本建築学会で提案しておられる「鉄筋コンクリート用水の水質規準案」が参考とされるべきであるし、また、諸外国に比べてきびしすぎるといわれる海水利用の規制も再検討されるべきであろう。

(4) 骨材

骨材品質の JIS としては、構造用軽量コンクリート骨材とコンクリート用砕石の 2 規格があるだけであり、諸外国のように一般骨材品質規格の制定されることが望ましいといえる。この中では、高炉スラグの本格的な活用が考えられるべきであるし、使用量が顕著にふえてきて問題化しつつある海砂²⁰⁾の塩分や、貝がら分の許容含有率についても規格化されるべきであろう。また、コンクリート砕石の JIS 中で規定されている吸水率²¹⁾や安定性試験の損失率²²⁾についての規定は、再検討することが望ましいと判断される。

骨材の試験方法についての JIS は相当完備しているが、新たに JIS 化を検討することが望まれているものとしては、モルタルの圧縮強度によって砂の使用の適否を判断するための試験方法(土木学会)、海砂のような場合に適用する細骨材の塩化物の定量分析試験方法(日本建築学会)、軽量骨材の浮粒率試験方法(土木学会・日本建築学会)、骨材中の軽粒率試験方法(ASTM)、砂中の粘土シルト試験方法(アメリカ合衆国開拓局)、骨材破砕値および衝撃値試験方法(BS)、軽量骨材の破砕強度試験方法(アメリカ合衆国開拓局)などをあげることができる。アルカリ骨材反応試験については、この反応による被害が、わが国では 1~2 件しか報告されてい

ないのでほとんど問題にならないし、水銀圧入ポロシメーターを用いて気孔径分布を測定する方法なども特殊すぎて、いまのところ JIS 化の検討の対象にするには尚早と思われる。碎石や人工軽量骨材の形状を代表する指数としては、実用的にわが国の実積率を用いる方法は優れており、今後検討を要する点があるとすれば、よりなじみの深い空げき率(=1-実積率)に変えるかどうか、アメリカ合衆国コンクリート学会(ACI)で配合設計のパラメータとしている乾燥突固め粗骨材の容積比を、どう取り上げるかという点などにしぼられると思われる。

砂の表面水測定方法についての JIS は現場ではほとんど用いられていないので、メスシリンダー法や乾燥法のようにもっと実用的な方法を JIS 化するかどうかを検討されるべきであろう。

整理した方が適当と判断される JIS としては、ダブル試験機による粗骨材のすりへり試験方法をあげることができる。

(5) まだ固まらないコンクリート

まだ固まらないコンクリートのコンシステンシーおよびワーカビリティ試験で JIS 化を検討することが望まれているものとしては、振動式コンシステンシー試験方法(舗装用)(土木学会・日本道路協会)²³⁾をあげることができる。また、2. で紹介した諸外国の多くのコンシステンシー試験²⁴⁾も検討されるべきである。いずれにしても、JIS としてスランプ試験だけしかないという状態は好ましくないとと思われる。まだ固まらないコンクリートのレオロジーの研究も、ようやく盛んになりつつあるが、JIS 化にまで進むのは尚早といえよう。むしろ、グラウト用として広く実用されているロート²⁵⁾をメートル制でできるだけ一本化し JIS 化することの方が重要と思われる。

空気量の試験方法としては JIS に4方法があるが、重量方法は当初から実用されていなかったし、水柱圧力方法はすでに博物館の陳列品的存在になっていることは周知のとおりである。

コンクリートの洗い分析試験は、お手本にしたアメリカですでに廃止されているので、JIS も整理すべき時期にきていると思われる。その代わりに、まだ固まらないコンクリートの水セメント比推定方法として提案されている方法²⁶⁾のうち、適当なものを JIS 化するのが望まれる。さらに、JIS 化を強く望まれているものとしてはコンクリートあるいはモルタルの凝結硬化速度を求めるプロクター針方法(ASTM)をあげることができる。

JIS で凝結といえばセメントペーストに対してしか規定されていないのに、モルタルあるいはコンクリートの

凝結などという言葉が常用されているし、すでにこのプロクター針方法は、わが国で広く実用されていることが指摘されなければならない。

(6) 硬化コンクリート

コンクリートの代表的強度である圧縮強度の試験方法については、わが国がアメリカにならって採用した円柱供試体がヨーロッパでも採用される方向にあるし、世界的に見て遠心力コンクリート製品が最も活用されている国にふさわしく、独自の遠心力締固めによる中空円柱供試体についての JIS も制定されているように、国際的に見て遅れるといった点は見受けられない。ただし、コンクリートの高強度化および早強化の傾向に対応して、キャッピング不要の供試体²⁷⁾を真剣に考えるのが将来の方向といえるであろう。

引張強度試験方法としては、JIS の円柱供試体を横にして圧縮するという巧妙な方法²⁸⁾は世界に先立ってわが国で提唱されたというように、世界最先端の位置を占めてきたことは慶賀すべきである。ただし、分布板を介在させるかどうか、およびこの試験方法によって求めた引張強度と純引張試験によって求めた引張強度との差などの重要な問題について、わが国と諸外国との間に食い違いが認められるので、解明が望まれているといえる。最近、優秀な接着剤も出現してきたので、これらを活用した純引張試験なども検討する価値があると思われる。

鉄筋とコンクリートとの付着強度試験は、JIS 化の最も望まれているものの一つといえる。引抜き試験については、日本コンクリート会議で既に成案が得られているという段階にあるので、できるだけ早く JIS 化されることが望まれる。なお、この付着強度試験については、引抜き試験よりはりの引張側の状態をずっとよく再現している両引き試験の規格化²⁹⁾が世界に先がけてわが国で検討されていることも指摘されなければならない。両方法の JIS 化が終われば、わが国は一躍世界の先端に位置することになるであろう。

その他、硬化コンクリートの試験で、その方法の JIS 化を検討することが望まれているものとしては、実用的な長さ変化試験、各種の耐久性試験³⁰⁾、非破壊試験³¹⁾、弾性係数試験、クリープ試験、透水性試験、熱的諸性質試験、耐火試験、硬化コンクリートの空気量や分布状態測定試験、硬化コンクリートの配合推定試験などをあげることができる。

4. あとがき

最近、技術の急速な進歩、いよいよ急な国際化の圧力を背景に、JIS に対する姿勢も基本的に考え直さな

ればならない段階に立ち至っていると思われる。何か不都合なことが生じる一因として、土木用と建築用にコンクリートが分れているというわが国の特異性を指摘されたりする事象は、どうしても避けなければならないと思われる。二本立てとなっている用語が大部分一本化されたことは実に喜ばしいことであるが、さらに進んで完全な一本化³²⁾に進むことや、全然手をつけられていない記号の一本化に努力することは、きわめて重要であろう。JIS の方式として、個別式の JIS-ASTM 方式がよいか、まとめた形の BS-DIN 方式がよいか (JIS A 5003 では両方式の中間方式をとっている)、また、学会の示方書的な内容も JIS に取り入れてゆくかどうか、などの大きい問題についても、腰をすえて検討することが望ましいと判断される。

いうまでもなく、JIS がわが国の先進国化に果たしてきた功績は実に大きい。JIS は非常に頼られているのであり、いろいろなご意見³³⁾も JIS が期待されているから出るのであって、俗にいう「かわいさ余って……」のご発言であると解釈されるべきであろう。内外からの重圧を考えると JIS の制定や、見直しに対する体制や方式を根本的に転換³⁴⁾しないと、立ち遅れがいよいよひどくなるようにも思われる。世界の規格の抄録化その他有効な手段が着々と実施されてゆく機運にあることは喜ばしいが、さらに有効な手段が続くことが望まれるし、われわれ土木技術者も、われわれ自身の問題として本質的な検討を加え、合理化の方向に向って前進してゆくことが要請されていると思われる。

末筆ながら、本講座を執筆するにあたり、種々ご教示頂いた中山紀男氏に深甚の謝意を表する次第である。

注 記

1) 三木博士に「コンクリートは、土木では欠かせない材料であるため、必要な試験法はほとんど規格化されている」とおほめの言葉を頂いて恐縮であったが、残念ながらまだ抜けている点の多いことは本文に示したとおりである。

2) 昭和 47 年度に、日本コンクリート会議が工業技術院の委託を受け、骨材の試験方法に関する数件の JIS をまとめて見直したところ、いろいろな意味における不揃いが目立ったので、できるだけ統一し体系化することに努めたが、他規格への波及も考えると踏みきれなかった点も残さざるを得なかった。

3) 必要なものが整備されているか、不必要なものが整理されずに残されていないか、普及活用に便利のように体系化されているかなどの観点から、JIS を実用的にまた体系的に見直す手段としては、JIS と主要国の国家的規格とを対照してみるの非常に効率のよい一つの方法であると判断される。

4) コンクリートジャーナル Vol. 10, No. 9, 1972 年 9 月, 「第一線の中堅技術者による座談会 (コンクリートに関する JIS の問題点)」、JIS の問題点につき述べた論文、JIS につき長老の先生その他によって書かれた論説あるいは随想などが載せられており、JIS の問題点をさぐる際、きわめて有益な資料である。

5) 建材試験センター 1972 年 11 月、耐震その他の構造設計の技術の進歩や各種の新材料の開発などを考えると、構造材料の規格について新たな観点から実態に即した検討が必要になってきたとして、昭和 48 年度から約 5 年計画で調査研究を行い、JIS にすべきものについて結論を得ることを目的としてなされた初年度の報告書である。

6) 形式的にいうとアメリカ合衆国の国家的規格は USAS (旧称 ASA) かもしれないが、ここでは実質を重んじてアメリカ材料試験協会の規格である ASTM をとった。

7) 技術の進歩は急速であるから、規格化が早すぎると技術の進歩を阻害したり JIS 自体が過早に陳腐化する恐れがあるし規格化が遅すぎると技術が多様化して規格化が困難になるというジレンマがある。また、数千件の現存する JIS の見直しをしながら、新しい JIS をタイミングよく制定していくことは、予算的にも人員的にも現状では無理といわれる。

8) 「だれでもどこでも簡単にできるものでなければ JIS の試験でない」という考えと、5) のように RC 部材、プレストレストコンクリート、接合部、構造物などのように複雑で専門化された試験を伴うものまで JIS 化しようとする考えとの調和が問題になる。実際問題として注意しなければならないのは、セメントの物理試験方法のように一般的な JIS でも、セメント協会が毎年実施しておられる共通試験に際し、相当のばらつきを示す研究所や試験所 (セメント会社などのばらつきは小さい) があるという事実であろう。ある試験を実施する資格の認定、満足な試験結果を得るために守るべき注意の徹底などは、きわめて重要と思われる。

9) 試験機器、計測機器などの進歩が著しく、従来なかった試験項目を追加したり、より精密な試験を要求することが可能となったし、コンピューターにより膨大なデータを整理することが可能となったので、これらをどの程度 JIS に取り入れるかが問題である。8) とも関連する。

10) 「いろいろな製品ができてから規格をつくるのではなく、先に最低の基準を規格として定めるべきである」「標準化には技術水準をあげる意味もあるが、目標レベルが最高のものでは困るので平均的なものがよい」「JIS によっては、現実からかけ離れたきびしい条件を示したものがある一方甘すぎるものもあってアンバランスが目立つ」といろいろな意見がある。一般の法律でもアンバランスが目立っており、法律を絶対視する層と法律を無視する層に分化する一因を形成しているが、ことは技術に関することであるから、もっと調和のとれた線が打ち出されるべきであると思われる。

11) JIS の内容が明瞭であることはもちろん必要であるが、12) とも関連してははっきり決めると技術の進歩を阻害するという意見も出てくる。

12) 精神条項のような基本条項だけにとどめるか、ソ連のようこれだけ読めば自動的にやれるというように詳細に決めるか、この両極端の中間のどの位置におくかの選択は 11) とも関連して難しい問題である。任せた方がよいところを必要以上に詳しく規定するのは好ましくない。

13) ある標準を決めてしまうとパライティーがなくなって不便という声もある。とくに JIS に決められた試験方法が実用的でなく、他にもっと便利な方法があるといった場合は問題である。

14) 3 年ごとに再検討されることになっているが、いろいろな制約があって形式的なものにとどまりがちのようである。

15) JIS R 5210 ボルトランドセメントは、超早強ポルトランドセメントが新しく取り入れられること、合衆国、西ドイツ等

にならって比重、標準網ふるい 88 μ 残分、曲げ強さの項を削除すること、紙袋入りのセメント正味重量は 40 kg を原則とするなどの改訂がなされる予定である。

16) 浜田 稔：コンクリート関係の標準化についての希望、4) 参照のこと。

17) 混和剤の JIS としては建築用としてセメント防水剤があるが、急硬剤ならばみな合格してしまうとか、この JIS で合格しなくても実際の構造物では防水効果の認められるものがあるとか、いろいろ問題があるようである。

18) 市販品が百花りょう乱で選択に困るのは JIS がいないからで不都合であるというのは、正しくなく、ある現場である製品を選択しようとする場合、複数のものが候補としてあがってくるのは当然であって、どれか一つを選ぼうとすれば、実績その他を考慮に入れて責任技術者が決定しなければならない。

19) 昭和 48 年 6~7 月に、セメント協会・全国生コンクリート事業者団体連合会・コンクリートポルバイル協会・ヒューム管協会から日本コンクリート会議に対して、生コンクリート工場および遠心力コンクリート製品工場における回収水の利用に関する研究の依頼があり、日本コンクリート会議では国分正胤東大教授を委員長とする回収水委員会によって調査研究が行われている。

20) 昭和 47 年 11 月から日本コンクリート会議では海砂に関する調査研究委員会(委員長 国分正胤 東大教授)によって実際構造物の調査も含めた広範な調査研究が行われている。

21) 諸外国では粗骨材の品質判定基準の一つとして吸水率をとることに一般に否定的であり、このことは人工軽量骨材が構造用として満足に用いられていることからもうなずけるので、JIS の規定はきびしすぎる感を与えている。

22) 少なくともお手本にした ASTM 中の「例えこの試験では不合格でもその骨材を用いたコンクリート供試体が凍結融解試験の結果合格すれば用いてよいこと、また、その骨材を用いたコンクリート構造物のサービスレコードが満足であれば用いてよい」という二段構えの救済規定が付加されるべきであると思われる。

23) VF 試験はほとんど実施されていないので、土木学会規準としても廃するのが適当であろう。

24) ACI の硬練りコンクリート配合設計指針案にあるドロップテーブル試験なども同時に検討されることが望ましい。

25) プレパックドコンクリート用の P ロート(土木学会、本来インチシステムであり、容量も 1725 cc となっている点は好ましくない)、グラウト用のロート(土木学会、容量が小さすぎる点は一般向きでない)、ペントナイト泥水用のマージョのロート(インチシステムである点は好ましくない)と三本立てになっているが、容量 1 l、流出管内径 10 mm、必要に応じて流出管内径を挿入物によってせばめられる、といったような線でメートル制の新ロートが JIS 化されると望ましいように思われる。

26) 土木学会編：わかり易い土木講座、コンクリート工学(I)、施工、(改訂判) 9.2.5 参照。

27) ヨーロッパで常用されていた立方体や直方体供試体が種々の欠点を有していたことは明らかであるがキャッピングが不要という点は大きな利点であった。わが国で最近提案されている六角柱や欠円柱の供試体は、立方体あるいは直方体の欠点を救いながらキャッピングを不要ならしめている点で注目されるべきであると思われる。

28) 吉田徳次郎先生に指導された赤沢常雄氏によって提案され、国分正胤博士によって発展し完成された。世界的には残念ながら 5 年遅れで、西欧語によって発表されたブラジルの名をとって“Brazilian Test”といわれることが多い。

29) 後藤幸正東北大学教授・村田二郎都立大学教授らによって独自の研究が進められている。

30) 混和剤の JIS 化に先立つものとしても必要である。

31) テストハンマーなどが実用的には問題にされるであろう。

32) 外国では、いうまでもなくすべて一本化されているし、用語の規格化も行われている。

例えば、

ASTM C 125-'68, Terms relating to concrete and concrete aggregate.

BS 4627-'70, Glossary of terms relating to types of cements.

BS 2787-'60, Glossary of terms for concrete and reinforced concrete.

DIN 1045-'72, Beton-und Stahlbetonbau, 2 Begriffe im Sinne dieses Normblattes.

33) 国分正胤：JIS の功罪、4) 参照のこと。

34) 特許審査方式の転換に匹敵するようなものが必要になるかもしれない。

橋 1971-72

A 4 判 94 ページ・一部カラー 1 800 円(〒170)

土木学会田中賞を記念して出版された橋梁年報の第 6 冊目

内容 ●鋼橋架設のいろいろ ●昭和 46 年度田中賞作品部門受賞作品 1. 吉井川橋梁 2. 京浜大橋 ●鋼橋 1971 年の展望 柳津橋/阿蘇大橋/中央橋/高根大橋/上吉野川橋/山陽新幹線新神戸駅・生田川橋梁/日高大橋/馬桑橋/河口湖大橋/木津川橋/首都高速道路 3 号線(Ⅱ) 期三軒茶屋立体交差橋/山陽新幹線大阪市内高架橋/鈴鹿川橋梁/菊水歩道橋 ●コンクリート橋 1971

年の展望 芳見橋/真崎大橋/大淀大橋/西金大橋/釜屋橋/山陽新幹線旭川橋梁/別府川橋梁

●1971 年竣工主要橋梁一覽 ●橋梁の大ブロック架設工法 ●昭和 46 年度土木学会田中賞選考経過

1966-67 (絶版), 1967-68 (1 500 円), 1968-69 (1 600 円), 1969-70 (1 600 円), 1970-71 (1 700 円), 各巻 170 円。まとまると送料が安くなります。

橋 1972-73

A 4 判 100 ページの予定・定価未定(48 年 12 月刊行予定)

業界案内名簿のお問合せは土木学会編集課へ (03-351-5130)