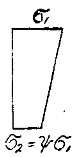
$\psi=-1$ のとき $\dfrac{d}{t}=160$

とかりに定め，その中間を ψ の1次補間値としてきめると

$$\frac{d}{t}=100-60\psi \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(23)$$

図—6



ただし　$\sigma_2/\sigma_1=\psi$，$1>\psi>-1$ とする。

たとえば　$\psi=1$　で　$\dfrac{d}{t}=40$，$\psi=-1$　で　$\dfrac{d}{t}=160$

$\psi=0$ で　$\dfrac{d}{t}=100$ 等となる。

4．結　　び

ソリッドリブアーチの断面積は (8)，(9) 式でわかるように M, P に比例するからアーチリブの重量はその桁間隔には関係しないことがわかる。アーチの総重量は床部の重量によつて支配されるようである。本研究は文部省科学研究費による著者の研究の一部であることを付記しておく。

日本工業規格標準数 (JIS Z 8601, 1954)

正員　田　原　保　二*

昨年7月工業技術院が工業標準化法に基づいて，将来あらゆる工業部門で設計のために用いる諸量の数値，製品または部品その他の材料の規格，形状，寸法等を定めるための諸元の数値をなるべく限られた標準数のみに限定統制する主旨により，標記のJIS委員会を開設した。私はこの委員会の臨時委員（専門部会）として土木学会より推薦され，その審議参画にあづかる光栄を得たが，今回JIS本案もようやくまとまり，近日中に公示される運びとなるに際し，この委員会の付帯議決並びに各界の要望により，この際標準数のもつ意味とその効用を各学会，業界の機関を通じてなるべく一般技術者に衆知認識して戴けるような方策を講ずることが特に要請され，鬼頭委員長よりも過日土木学会あてにこの意味での報告書が提出された。以上の理由によつて私は委員長報告を骨子として標準数に関する若干の説明を試み，責任の一端を負わんとするものである。

まづ申し上げねばならないことは従来わが国でこの種の工業用数の規格が無かつたかと言うと，そうでなく大正 13 年に JES 第3号寸法標準数（類別 Z 1），JES 第4号等比標準数（類別 Z 2）なるものが制定されており趣旨は異なるが，使用する数値を何等かに制限統制しようと言う主旨には適合していた。また事実一部の機械，電気工業ではこれを活用し実績を挙げてきたのである。

しかるに上述の標準数は二本建であり，いずれも多少の合理性に欠けていることと，使用に際して多くの便利も期待できなかつたので，今回すでに国際標準化機構 (ISO) が国際標準数として選択しているいわゆるルナール標準数を新たな標準数として採用するよう計画され，今回の JIS Z 8601 もこのルナール標準数にほかならないのである。

それでは一体ルナール標準数とはいかなるものかと言うと，歴史的にはフランスのシャルロ・ルナール (Charles Renard) が 19 世紀の末に気球に用いる綿ロープの径について階段的な寸法の標準を作るために考案した数列が始めであつて，まづある基準長 a を定め，これより大なるものを順次

$$a,\ a\sqrt[n]{10},\ a(\sqrt[n]{10})^2,\ a(\sqrt[n]{10})^3,\ a(\sqrt[n]{10})^n$$

により定めて行くと言つたやり方で，ルナールは始め $n=5$ の場合について計算値に多少の丸めを行い，次のような実用に富んだ1つの数列を作り上げた。

$$1.0\,a,\ 1.6\,a,\ 2.5\,a,\ 4.0\,a,\ 6.3\,a,\ 10.0\,a$$

次に $n=10, 20, 30, 40, \cdots\cdots$ とおきそれぞれ 10, 20, 30, 40, ……個づつの数列を得た。これ等の各数列の最も特長とするところは，どの数列においても a にかかる数値は 1～10 の間にあつて，数列の始めでは刻みが小さく，終りほど刻みが荒くなつており，相隣接する数間の比は1つの数列においては常に一定していることである。たとえば $n=5$ の上例では

$$\frac{1.6\,a}{1.0\,a}=\frac{2.5\,a}{1.6\,a}=\frac{4.0\,a}{2.5\,a}=\frac{6.3\,a}{4.0\,a}=\frac{10.0\,a}{6.3\,a}=1.6$$

となる。またこの比は n が大となるに従い小となり，$n=10$ で 1.25，$n=20$ で 1.12，$n=40$ では 1.06 となる。

また小数及び2桁以上の数が必要な場合には上の a を 0.1, 0.01, 0.001, …… または 10, 100, 1 000 とおけばよい。

このような標準数は 1921 年にいたりフランスの標準委員会に採用され，次いで 1922 年にはドイツでも同様な目的の規格を発表したが 1932 年には ISA に標準数に関する技術委員会が設置されフランスが幹事国となつた。その後多少の変遷を経て第2次大戦後この

*　建設省土木研究所

仕事は ISO に継承され，1949 年 7 月パリで第 1 回の会合が開かれ ISA のブレチン 11（$n=5,10,20,40$ の 4 つの数列を標準数列とし，それぞれこれを R 5，R 10，R 20，R 40 で表わす）を ISO の国際標準数として撰択したのである。

JIS Z 8601 では R 5，R 10，R 20，R 40 を基本数列とし，別に R 80 を付加して特別数列とした。これらの値及び配列番号は **表―1** のとおりである。

次にこの標準数のもつ利点について若干の説明を試みよう。先にも述べたように 1 つの数列は 1 つの等比級数である。従つて比は常に一定である。このことは計算の精度，事象の偏差率，製品の誤差率に関して重要な意味を持つている。例えば丸鋼の断面積（または径）について階段的な規格を設けようとする場合に，計算上の精度，製品の精度，施工上の誤差率等を合わせて許容率を ±6% としたときには，R 20 の数列のうちから所要の断面（または径）を引出せばきわめて合理的な規格が得られる。現行のごとく径の寸法を 1 mm づつ刻んだ規格では寸法の小さいものほど精度が落ち，大きいものほど必要以上の精度を要求する結果となる。同様のことが多くの構造物，製品，部品，材料の規格，設計上仮定する荷重，応力度，安全度の基準について言えるので，設計の標準化と所要材料，寸法，形状の標準化が両方とも標準数の世界のみで統一されれば，上述した意味での合理化は完全に達成されるのである。

さらに標準数が最も効力を発揮する点は標準数のみの間の乗除，ベキ，乗根の計算がきわめて簡単に機械的に処理しうることである。

まず乗除の場合，標準数 m, m' の積または商に相当する数を m'' とすれば，m'' は m，m' に対応する配列番号 $N_m, N_{m'}$ を加えるかまたは引いて求めた配列番号 $N_{m''}$ に対応した標準数として求められる。次に一例を挙げよう。

（例）R 40 の数列において

$$1.32 \times 5.60 = 7.39 \fallingdotseq 7.50$$

$$N_{1.32} + N_{5.60} = 5 + 30 = 35 = N_{7.50},$$

$$100 \div 5.6 = 17.9 \fallingdotseq 18.0$$

$$N_{100} - N_{5.60} = 80 - 30 = 50 = N_{18.0}$$

（**表―1** 参照）

次に標準数の整数ベキ（正）に相当する数は，もとの標準数の配列番号にこのベキ数を乗じて求めた数値を配列番号としてもつ。また標準数の乗根に相当する数は，もとの標準数を根指数で割つた値が整数であるならばこの整数を配列番号にもつた標準数である。

（例）R 40 の数列において

$$(1.32)^3 = 2.30 \fallingdotseq 2.36,$$

$$3N_{1.32} = 3 \times 5 = 15 = N_{2.36},$$

$$(5.60)^{\frac{1}{2}} = 2.37 \fallingdotseq 2.36$$

$$\frac{1}{2} N_{5.60} = \frac{1}{2} \times 30 = 15 = N_{2.36}$$

（**表―1** 参照）

以上の計算によつて生ずる誤差は **表―1** に掲げた標準数と $(\sqrt[n]{10})^r$ の理論値との丸めの誤差に基づくもので，個々の標準数について照査すると最大差はせいぜい $+1.26\%$，-1.01% であり，標準数全体では ± 誤差は半々でキャンセルされている。

その他 0～9 までの自然数は 7 を除き（7 は 7.10 となる，**表―1** 参照），一応すべて R 40 に含まれているから，自然数に関する限り先述の a を 0.1, 0.01, 0.001, ……; 10, 100, 1 000, ……としてこと欠かないこと，また円周率 π についても R 5～R 80 で近似的に 3.15（配列番号 20）があり，$e=2.718$ に対しては R 80

表―1

基本数列				配列番号			計算値	特別数列	計算値
R 5	R 10	R 20	R 40	0.1 以上 1 未満	1 以上 10 未満	10 以上 100 未満		R 80	
1.00	1.00	1.00	1.00	-40	0	40	1.0000	1.00 1.03	1.0292
			1.06	-39	1	41	1.0593	1.06 1.09	1.0902
		1.12	1.12	-38	2	42	1.1220	1.12 1.15	1.1548
			1.18	-37	3	43	1.1885	1.18 1.22	1.2232
	1.25	1.25	1.25	-36	4	44	1.2589	1.25 1.28	1.2957
			1.32	-35	5	45	1.3335	1.32 1.36	1.3725
		1.40	1.40	-34	6	46	1.4125	1.40 1.45	1.4538
			1.50	-33	7	47	1.4962	1.50 1.55	1.5399
1.60	1.60	1.60	1.60	-32	8	48	1.5849	1.60 1.65	1.6312
			1.70	-31	9	49	1.6788	1.70 1.75	1.7278
		1.80	1.80	-30	10	50	1.7783	1.80 1.85	1.8302
			1.90	-29	11	51	1.8836	1.90 1.95	1.9387
	2.00	2.00	2.00	-28	12	52	1.9953	2.00 2.06	2.0535
			2.12	-27	13	53	2.1135	2.12 2.18	2.1752
		2.24	2.24	-26	14	54	2.2387	2.24 2.30	2.3041
			2.36	-25	15	55	2.3714	2.36 2.43	2.4406
2.50	2.50	2.50	2.50	-24	16	56	2.5119	2.50 2.58	2.5852
			2.65	-23	17	57	2.6607	2.65 2.72	2.7384
		2.80	2.80	-22	18	58	2.8184	2.80 2.90	2.9007
			3.00	-21	19	59	2.9854	3.00 3.07	3.0726
	3.15	3.15	3.15	-20	20	60	3.1623	3.15 3.25	3.2546
			3.35	-19	21	61	3.3497	3.35 3.45	3.4475
		3.55	3.55	-18	22	62	3.5481	3.55 3.65	3.6517
			3.75	-17	23	63	3.7584	3.75 3.87	3.8681
4.00	4.00	4.00	4.00	-16	24	64	3.9811	4.00 4.12	4.0973
			4.25	-15	25	65	4.2170	4.25 4.37	4.3401
		4.50	4.50	-14	26	66	4.4668	4.50 4.62	4.5973
			4.75	-13	27	67	4.7315	4.75 4.87	4.8697
	5.00	5.00	5.00	-12	28	68	5.0119	5.00 5.15	5.1582
			5.30	-11	29	69	5.3088	5.30 5.45	5.4639
		5.60	5.60	-10	30	70	5.6234	5.60 5.80	5.7876
			6.00	-9	31	71	5.9566	6.00 6.15	6.1306
6.30	6.30	6.30	6.30	-8	32	72	6.3096	6.30 6.50	6.4938
			6.70	-7	33	73	6.6834	6.70 6.90	6.8786
		7.10	7.10	-6	34	74	7.0795	7.10 7.30	7.2862
			7.50	-5	35	75	7.4989	7.50 7.75	7.7179
	8.00	8.00	8.00	-4	36	76	7.9433	8.00 8.25	8.1752
			8.50	-3	37	77	8.4140	8.50 8.75	8.6596
		9.00	9.00	-2	38	78	8.9125	9.00 9.25	9.1728
			9.50	-1	39	79	9.4406	9.50 9.75	9.7163

〔備考〕この表の数値に 10 の正または負の整数ベキを掛けたものを標準数とする。

に 2.72（配列番号 17 と 18 の間）があること等も便利の一つに数えられるであろう。

以上標準数を使用することの効果を紙面の都合上二つだけいちじるしいものについて挙げたのであるが，さらに研究すればその合理性，便利さを活用しうる使い方はほかにもたくさんあるであろう。

工業技術院ではとりあえず材料の規格寸法を JIS で決める場合の基準として，今後なるべく標準数によるべきことを推奨している。しかしそれにはまづ製造機械，工作機械の改善が先決であり，すべての工業部門が同時にこのような方式を積極的に採用することがなければ意味をなさない。そのためにはまづ耳新しい言葉，標準数が理解されることこそ第一である。われわれは物を設計し製作施工するに際して，従来実に多くの理論，実験，経験の世話になつているが，これらの生の結論をもつてただちに応用の結論としての数字とせず，さらに工業技術者として広い視野から，かかる数字を標準数に焼直して処理することができれば，ルナールももつて瞑すべきであろう。

要は現在のところ標準数は推奨されるものであり，強制されるものではない。しかし標準数の普及によつて工業技術の能率が向上し，合理化が促進されるのであれば，現在わずかばかりの骨折りや配慮によつて子孫にまでよい結果をもたらすことを思い，つとめて標準数の採用に協力したいものである。かつてのメートル法のごとくに………。

標準数に関する参考文献

1) JIS Z 8601，解説（公示と同時に出版予定）
2) ISO ニュース，昭.28.6.1（13号）；昭.28.8.15（18号），日本規格協会発行
3) Draft ISO Recommendation, No.7, Series of Prefered Numbers.
4) Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingeneiure, Bd. 92, Nr.6, 21 Febr. 1950 Die Normzahl/Wesen und Anwendung, Siegfried Berg.

摩擦によるプレストレスの損失

正員 樋口芳郎*

ポスト テンション方式のプレストレスト コンクトリートにおいては，PC 鋼線を曲線状に配置し，曲げモーメントに比例する偏心を与えることが多い。この場合緊張端から遠ざかるにつれて摩擦によるプレストレスの損失が大きくなり，所定のプレストレスを与えることができないという面白くない問題がおこる。先進国であるフランス，ドイツ，アメリカ等でもここ数年来多くの論文が発表されており，世界的にみて新しい問題の一つであると思われるので，これらについて紹介するのも有意義であろう。

摩擦による損失のため，プレストレスが緊張端から遠ざかるにつれて指数函数的に減少することはわかつていたが，W. Swida [1] は 1952 年に連続バリの支点における摩擦損失はクリープ，収縮による損失と同じ程度であるといい，摩擦の影響と PC 鋼線がそれと直角方向にコンクリートにおよぼす圧力について，付着があるときとないときとにわけて論じている。摩擦によるプレストレスの損失は彎曲部材軸の形に無関係で彎曲角度と摩擦係数にだけ関係するといつている。

F. Leonhardt と E. Mönnig [2] は 1952 年にパラフィン等をぬつた減摩板を挿入して摩擦係数を小さくすることを提案しているが，また Leonhardt [3] は連続桁に応用した例について詳細に論じている。パラフィンを用いることにより摩擦係数を1桁さげることができるが，Leonhardt は PC 鋼線をたくさん 1 カ所に集めてこれに減摩材をぬつた減摩板を挿入すること，PC 鋼線の束は円形でなく水平な構成とすること，PC 鋼線は連続的な曲線としないで多角形とし，折線の交点の所で摩擦を少くする方策を講ずること（このことにより直線部では減摩方策を考える必要がないから付着の点でも有利である），PC 鋼線を途中で補助的に引張ること，等のことを提案している。Leonhardt はこれらの方法を併用することによりスパンが各 35～45 m の 3 径間連続桁で摩擦係数 0.07 というような値をえている。

W. Zerna [4] は 1952 年計画的に一端に過緊張を与え，つぎにこれをゆるめるという方法を繰返し，2 回目からは過緊張およびゆるめ方をだんだん減じてゆき所定のプレストレスを内部まで与える方法を提唱している。この方法によると一般に数カ所で所定のプレストレスが与えられ，その他の箇所ではややこれを上回るプレストレスが与えられることになるが，このプレストレスの不均一は時日の経過とともに一様化してゆく程度のものである。この方法は PC 鋼線が無理なく過緊張を受けもつ範囲という制約をうけるものと判断

* 国鉄鉄道技術研究所，コンクリート研究室