

# 論 說 報 告

第 29 卷 第 11 號 昭和 16 年 11 月

## コンクリートの壓縮に依る内部應力を求むる 新試験法 (壓裂強度試験法に就て) (其の一)

正會員 赤 澤 常 雄\*

**要旨** 戦時下鐵筋コンクリートの鐵筋の節約乃至無筋コンクリートの各種土木構造物への使用に依りコンクリートの引張應力並に曲げ應力の重要性の増加するに鑑み、筆者は在來の引張並に曲げ強度試験方法と異なる簡單にして且何等特殊の試験設備を必要とせざる新たなる一試験方法を考案し、壓裂強度試験法と命名し、昭和 16 年 11 月以降室内現場に於て種々試験の結果良好なる成績を示せるを以て其の大約を紹介し諸賢の叱正教示を乞ふ次第である。

### 目 次

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| 1. 緒 言         | 5. 試験成績に對する考察    |
| 2. 壓裂強度試験法     | 6. 壓裂強度試験法に對する批判 |
| 3. 壓裂強度の算定式の誘導 | 7. 壓裂強度試験の應用     |
| 4. 壓裂壓縮曲げ強度試験  | 8. 結 言           |

### 1. 緒 言

鐵筋コンクリートの設計に於ける引張側コンクリートの曲げ應力の無視並に無筋コンクリートに於ける曲げ應力の許容壓縮應力度よりの假定等、從來等開視せられつゝありしコンクリートの引張並に曲げ強度を戦時下鐵材の節約に依り更に有効に活用し、コンクリート構造物の安定を計ると共にコンクリートの引張並に曲げ強度試験方法及び此等強度が如何なる理由に依り普及徹底せざりしかを考察せんとす。

在來のコンクリート強度試験の方法は其の壓縮強度を求むる試験方法のみ規定し、引張曲げ強度試験の方法は多くの學者に依り試験研究せられたるも一定の規定なく、各試験所共コンクリートの日常試験としては實施せざる状態にあり。

更に此等強度試験は壓縮強度試験に比し多くの困難を伴ひ爲めに壓縮強度との實驗式に依り求むる關係上引張並に曲げの眞の強度を周知せず不安に驅られ、且壓縮強度に比し其の強度は非常に僅少なるため此の強度を用ふるも利するところ少く、尙更に施工上の些細なる缺點に依り大なる失敗を招く恐れあり。然れども戦争の進行に連れ鐵材は更に使用不可能となり今後多くの引張並に曲げ應力を考慮せる無筋コンクリート構造物の使用を餘儀なくせらるゝものと考へられる。此の時に當り壓縮強度試験と同様コンクリートの引張試験の日常化は痛感するところなるも、在來の引張並に曲げ試験方法にては簡単に實施し得ず特に供試體の形状大にして、重量は重く試験設備に至りては更に多くの設備を必要とするため特殊の試験以外には各試験所共實施せざる状態なり。依て茲にコンクリートの引張並曲げ強度と密接なる關係を有する此等試験に代るべき簡單にして且容易に在來の壓縮強度試験設備を有する各試験所に於て、試験可能なるコンクリート供試體を壓縮することに依り供試體内部に生ずる應力を求むる一試験法を提案し大方の批判を願ふ次第である。

\* 大陸科學院土木研究室

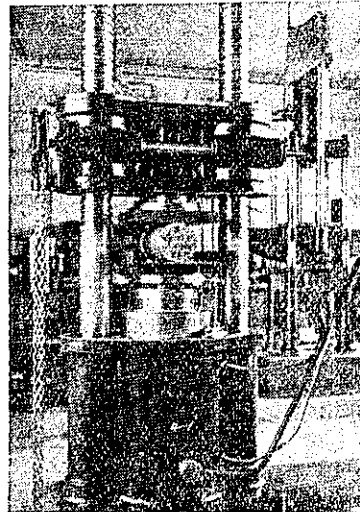
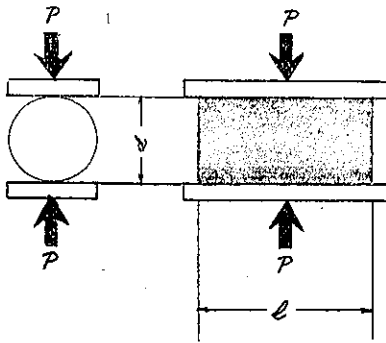
尙本試験法は前述の如くコンクリート供試體を壓縮し此の作用に依りコンクリート供試體内部に生ずる 應力のため、兩荷重點を通る方向に眞二つに破壊するを以て本試験法をコンクリートの圧裂強度試験法と命名し以下説明せんとす。

### 2. 圧裂強度試験法

本試験法は 在來のコンクリート壓縮試験用圓筒供試體を使用し、長さの方向に横倒しとなし丸味のある凸面を平行なる二平面により直徑方向に壓縮し、此の壓縮力に依りて生ずるコンクリートの内部應力を 彈性力學的に強度を算定し壓裂強度として示すものにて、此の試験法の概要を示せば圖-1 の如く、又コンクリート標準壓縮供試體（直徑 15 cm, 長さ 30 cm）に依り本試験實施中の状態を示せば圖-2 の如くである。

圖-2.

圖-1. 壓裂試驗要圖



尙本試験體は断面圓形に限らず種々の對照閉曲線を有する供試體にて、且壓縮機の壓縮面も二平行曲面を使用せる場合も考へらるゝも今回は最も普遍性を有するコンクリート標準壓縮供試體を使用し二平行平面により壓縮せる場合に就き以下報告するものなり。

### 3. 壓裂強度の算定式の誘導<sup>(1)</sup>

今極座標を使用し彈性力學的に考察し解法を求むれば次の如くなる。供試體を壓縮する作用力が長さの方向に一樣なる分布をなすものと假定し二次元的に取扱ひ得るものと考へ、導徑方向の垂直應力度を  $\sigma_r$ 、切線方向の垂直應力度を  $\sigma_\theta$ 、剪斷應力度を  $\tau_{r\theta}$  とし、今考へ居る要素の單位體積に働く體力を持たざるものとせば、導徑方向並に切線方向の釣合を方程式にて示せば次の如くなる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{1}{r} \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial \theta} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} &= 0 \\ \frac{1}{r} \frac{\partial \sigma_\theta}{\partial \theta} + \frac{\partial \tau_{r\theta}}{\partial r} + \frac{2\tau_{r\theta}}{r} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

(1) Prescott: Applied elasticity. S. Timoschenko: Theory of elasticity.

今應力函数  $\phi(r, \theta)$  を考へ  $\sigma_r, \sigma_\theta, \tau_{r\theta}$  を  $\phi$  の函数として次式を示さば (1) 式を満足すること明白なり。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2} \\ \sigma_\theta &= \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} \\ \tau_{r\theta} &= \frac{1}{r^2} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} - \frac{1}{r} \frac{\partial^2 \phi}{\partial r \partial \theta} = -\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} \right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

更に弾性變形よりして次式を満足する必要あり。

$$\left( \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \left( \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2} \right) = 0 \dots\dots\dots (3)$$

今  $\phi$  の一つの可能なる値として次式を與ふる時は

$$\phi = -\frac{p}{\pi} r \theta \sin \theta \dots\dots\dots (4)$$

上式の  $\phi$  は (3) 式を容易に満足すると共に更に (2) 式に代入する時之に對應する極應力は次の如くなる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \theta^2} = -\frac{2p \cos \theta}{\pi r} \\ \sigma_\theta &= \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} = 0 \\ \tau_{r\theta} &= -\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial \phi}{\partial \theta} \right) = 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

(5) 式により切線應力度  $\sigma_\theta$  及び剪斷應力度  $\tau_{r\theta}$  は零である。

今圖-3 の如き半圓形の凹みに加はる半徑方向の力に起因する半無限體を考ふるに、要素  $r d\theta$  に働く垂直分力  $\sigma_r r d\theta \cos \theta$  を加へ合せれば

$$2 \int_0^{\pi/2} \sigma_r \cos \theta r d\theta = -\frac{4p}{\pi} \int_0^{\pi/2} \cos^2 \theta d\theta = -p \dots\dots\dots (6)$$

となり半圓の半徑に關係なく作用する力に等しくなる。且直線境界面では  $\sigma_\theta$  も  $\tau_{r\theta}$  も零となる故外力も働いてゐない境界條件も亦満足する。

故に (5) 式にて與へらるゝ應力は圖-3 の様な半圓形の凹みに加はる力に原因する半無限體の應力である。

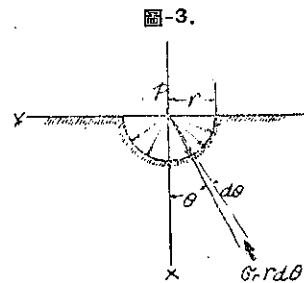
更に圖-3 に於て荷重の作用點 ( $r=0$ ) に於ては  $\sigma_r$  は無限大となるも半圓形の凹みの半徑は出来るだけ小さくとつても良いので、(5) 式は  $p$  の分布する長さが平板の大きさに比較し相當小さければ一點に集中する力と考へ、半無限體の縁に直角なる方向に加はる  $p$  なる集中荷重による應力状態を與ふるものと云ひ得る。依て半無限體の縁に直角なる方向の放射方向の應力は

$$\sigma_r = -\frac{2p \cos \theta}{\pi r} \dots\dots\dots (7)$$

となる。

今圖-4 の如き  $x$  軸上に中心を有し  $\theta$  に於て  $y$  軸に切する任意の直徑  $d$  を持つ圓を考ふる時、圓周上の任意の點  $C$  に對し  $d \cos \theta = r$  なる關係を有するを以て (7) 式より

$$\sigma_r = -\frac{2p}{\pi d} \dots\dots\dots (8)$$



となる。

更に O 點に於ける應力度即ち垂直應力  $\sigma_x, \sigma_y$  及び剪斷應力  $\tau_{xy}$  を半徑方向の  $\sigma_r$  より計算せば次の如くなる。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_r \cos^2 \theta = -\frac{2p \cos^2 \theta}{\pi r} \\ \sigma_y &= \sigma_r \sin^2 \theta = -\frac{2p \cos \theta}{\pi r} \sin^2 \theta \\ \tau_{xy} &= \sigma_r \sin \theta \cos \theta = -\frac{2p \sin \theta \cos^2 \theta}{\pi r} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (9)$$

圖-4.

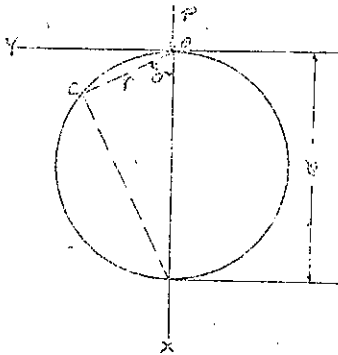
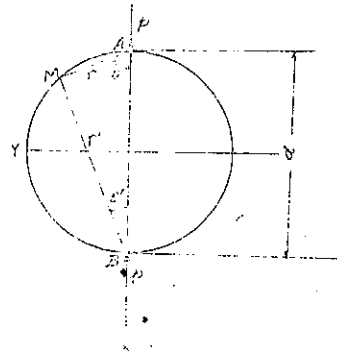


圖-5.



次に圓板を考へ方向反對なる二力  $p$  が直径 AB に沿つて圖-5 の如く作用せる場合を考ふるに  
今何れのみも單に半徑方向の應力度分布のみ生ずるものと假定し、斯かる應力度分布を保つために平板の周圍  
に加ふべき力を求めんに、圖-5 に於て  $p$  なる直径方向に壓縮力に依り M 點に於ける  $r$  及び  $r'$  方向の壓縮力  
の大きさは夫々

$$\frac{2p \cos \theta}{\pi r} \quad \text{及び} \quad \frac{2p \cos \theta'}{\pi r'}$$

となる。

然るに  $r$  と  $r'$  は互に直角なるを以て圓板の直径を  $d$  とせば

$$\frac{\cos \theta}{r} = \frac{\cos \theta'}{r'} = \frac{1}{d} \dots \dots \dots (10)$$

なる關係を有するを以て M 點に於ける二主應力は大き  $2p/\pi d$  なる相等しき 2 壓縮應力度になることが判る。  
即ち等しい壓縮應力度が M 點を通り平板の面に垂直な面に作用して居ることが判る。故に假定せる様な一對の  
半徑方向の應力度分布が存するためには、周縁に沿つて  $2p/\pi d$  なる一定の大きさの垂直壓縮力を加ふる必要を生ず。  
従つて板の境界に外力が働いてゐなければ任意の點の應力度は、上記の 2 個の單純な半徑應力度分布の外に板の  
面内で  $2p/\pi d$  なる大きさの一樣なる張力を加へ合せたものになる。

依つて圓板の直径方向の壓縮に依る圓板内の應力度は (9) 式並に  $2p/\pi d$  を加ふることに依り

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= -\frac{2p}{\pi} \left\{ \frac{\cos^3 \theta}{r} + \frac{\cos^3 \theta'}{r'} \right\} + \frac{2p}{\pi d} \\ \sigma_y &= -\frac{2p}{\pi} \left\{ \frac{\cos \theta \sin^2 \theta}{r} + \frac{\cos \theta' \sin^2 \theta'}{r'} \right\} + \frac{2p}{\pi d} \\ \tau_{xy} &= -\frac{2p}{\pi} \left\{ \frac{\cos^2 \theta \sin \theta}{r} + \frac{\cos^2 \theta' \sin \theta'}{r'} \right\} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (11)$$

となる。

(11) 式に依り  $\theta \rightarrow 0$  なる場合を考ふるに  $\sigma_x$  は圓の中心にて最大となり、直径の兩端に於ては壓縮應力度は零となる。

$$\sigma_x = -\frac{6p}{\pi d} \quad (\text{圓の中心})$$

$$\sigma_x = 0 \quad (\text{作用點の直径兩端})$$

次に水平方向の應力を考ふるに  $\theta \rightarrow 0$  に於ては荷重方向の直径に沿ひ一定にて次の如くなる。

$$\sigma_y = \frac{2p}{\pi d} \dots \dots \dots (12)$$

即ち荷重方向の直径に直角なる方向に一樣なる張力が作用することとなる。

更に剪斷應力度  $\tau_{xy}$  は荷重方向の直径上に於ては總て零となる。依て本試験の如き荷重状態に於ける物體の破壊は荷重方向の直径に沿ひ兩端にて零、圓の中心にて  $6p/\pi d$  なる壓縮力により破壊するか又は荷重方向の直径に直角の方向に作用する  $2p/\pi d$  なる一樣なる内部張力によりて破壊するかの 2 つの場合が考へらる。然るにコンクリートの如く壓縮強度が抗張強度の 3 倍以上のものにありては、當然後者によりて供試體の破壊を誘致することは考へらるゝも、更に實驗によりても明白に荷重方向の直径に直角なる内部張力に依り破壊することを知り得る。依つて  $\sigma_y = 2p/\pi d$  なる式に依りて壓裂強度を求むることと定めたり。

以上は長さの方向に一樣なる分布をなすものとし二次元的に取扱ひたるを以て、長さの方向に單位長さを探りたるも今圓筒形の長さ  $l$  の方向を考ふる時

$$p = \frac{P}{l} \dots \dots \dots (13)$$

但し  $P$  は供試體に作用する壓縮力

となるを以て (12) 並に (13) 式より壓裂強度  $\sigma$  は次の如くなる。

$$\sigma = \sigma_y = \frac{2P}{\pi dl} \dots \dots \dots (14)$$

今 (14) 式を見るに直径  $d$ 、長さ  $l$ 、破壊壓縮力  $P$  を知る時は壓裂強度は、材質一定なるものにありては一定なる數値を與ふるは式にて明白なるも、コンクリートの如き不完全彈性體にありては理論と實驗とは一致せず、直径長さの變化に依り壓裂強度も變化するも此の點に關しては後日に譲る考へである。

次にコンクリートの標準壓縮供試體と同形の供試體に依り壓裂強度を算定せば次式の如くなる。

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{2P}{\pi dl} \\ &= \frac{2P}{\pi \times 15 \times 30} \end{aligned}$$

$$\therefore \sigma = \frac{P}{707}$$

$\sigma$ : 圧裂強度 (kg/cm<sup>2</sup>)       $P$ : 圧縮力 (kg)

4. 圧裂, 圧縮, 曲げ強度試験

上述の如く今回の圧裂強度試験にはコンクリート圧縮試験供試體（直径 15 cm, 長さ 30 cm）と同形の圓樁體硬試體を使用し, 同時に圧縮強度試験（コンクリート標準供試體による）並に曲げ強度試験（断面 15 cm<sup>2</sup>, 長さ 60 cm の供試體を使用し, 径間 60 cm に依り中央荷重による）を実施せり。

尙圧裂強度と最も密接なる関係を有するコンクリートの引張試験は設備の関係上残念乍ら実施せざりしも, 80 型のモルタル供試體に依る圧裂, 曲げ, 圧縮, 引張の各試験結果は完了せるも整理中にて後日の報告に譲る考へである。

使用骨材は細骨材にありては新京北方を流るゝ伊通川の砂を, 粗骨材にありては揚家溝附近臺地に産出する供

圖-6. 圧裂強度と曲げ強度との関係

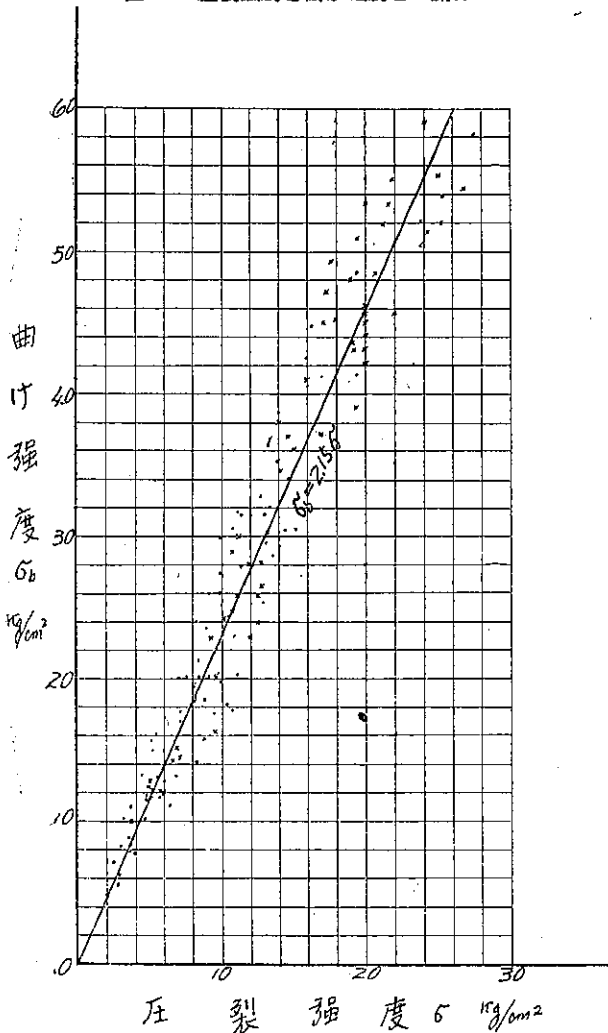
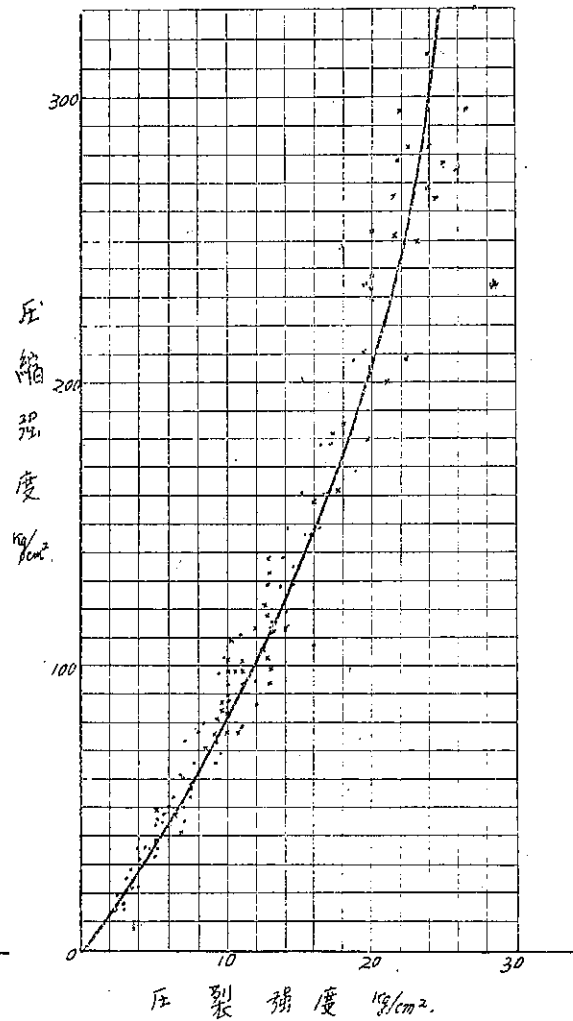


圖-7. 圧裂強度と圧縮強度との関係



質砂岩を粉砕せる碎石を使用し、兩骨材共 3 種の骨材に篩分け再び計量混合せる調整骨材を使用せり。セメントは 2,3 の普通ポルトランドセメントを使用し品質試験の結果は中庸程度の性質を示せり。

コンクリートの配合は主として骨材セメント比 5 種、細粗骨材比 4 種、水セメント比 3 種を組合せたる 60 種に就き材齢 1 週、4 週の 2 材齢のものに強度試験を行ひたるもの並に其の他 2,3 の實驗を綜合せり。

供試體の製作方法は土木學會規定のコンクリート強度試験法により、壓縮壓裂供試體共製作し曲げ供試體はポルトランドセメント技術會制定の方法に依りたり。唯壓裂供試體は壓縮供試體の如くセメント糊に依る表面仕上げを行はずして曲げ供試體と同様な方法を採り、軟練にて多少時間の経過に依りコンクリート面の沈下するも

圖-8. 曲げ強度と壓縮強度との關係

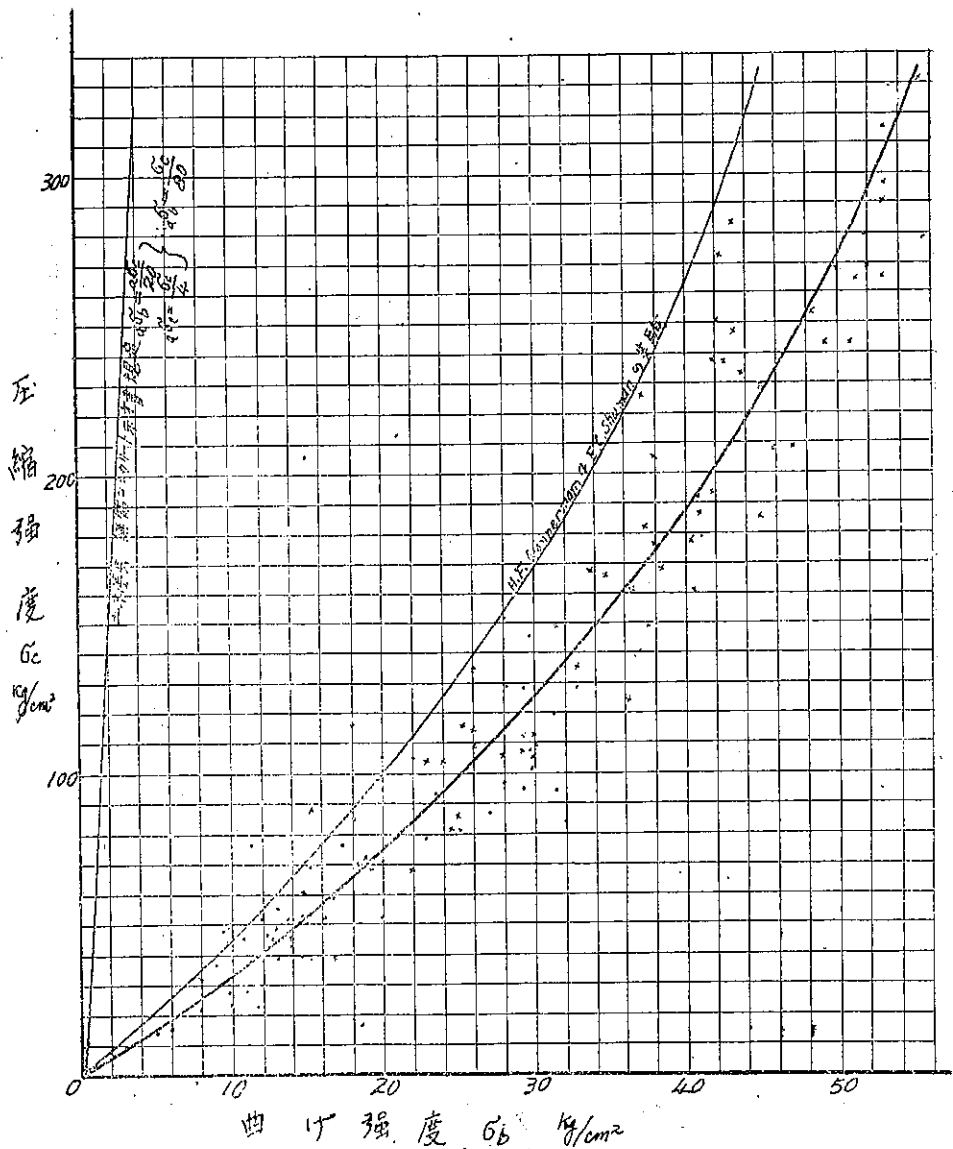


表-1. 圧縮、曲げ、圧裂強度試験成績の一例（材齢 28 日）

セメント骨材比	細粗骨材比	水セメント比 (%)	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	圧裂強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ強度 圧縮強度	圧裂強度 圧縮強度	曲げ強度 圧裂強度
1:3	1:1	39	331	55.2	27.5	0.167	0.086	2.00
		48	264	54.1	25.0	0.205	0.096	2.16
		56	233	43.4	20.1	0.186	0.087	2.16
	1:1.5	39	296	53.3	24.6	0.180	0.083	2.17
		48	245	42.6	17.5	0.174	0.071	2.43
		56	238	36.7	20.2	0.154	0.065	1.82
	1:2	39	316	53.1	24.1	0.168	0.069	2.20
		48	278	56.1	21.7	0.202	0.077	2.58
		56	162	39.2	17.7	0.242	0.109	2.21
	1:2.5	39	264	51.0	21.7	0.193	0.082	2.35
		48	209	47.4	20.0	0.226	0.096	2.37
		56	195	38.4	19.5	0.197	0.100	1.97
1:6	1:1	61	188	37.7	17.1	0.200	0.091	2.20
		71	180	39.5	16.9	0.220	0.094	2.34
		85	136	32.5	13.1	0.239	0.097	2.40
	1:1.5	61	209	48.1	18.9	0.230	0.091	2.54
		71	168	38.7	16.4	0.230	0.098	2.34
		85	127	25.4	13.0	0.200	0.102	1.95
	1:2	61	195	43.0	21.7	0.223	0.112	1.98
		71	178	41.0	18.2	0.230	0.102	2.25
		85	101	24.6	11.3	0.244	0.112	2.18
	1:2.5	61	209	45.0	20.5	0.216	0.098	2.20
		71	165	37.0	15.0	0.224	0.097	2.46
		85	104	25.2	11.5	0.242	0.111	2.19
1:9	1:1	83	103	24.4	12.2	0.236	0.117	2.00
		110	87	14.9	9.5	0.171	0.109	1.57
		115	50	10.7	7.9	0.217	0.168	1.36
	1:1.5	83	125	26.2	10.7	0.210	0.086	2.45
		110	69	19.1	9.5	0.277	0.138	2.01
		115	57	15.4	7.3	0.270	0.128	2.11
	1:2	83	112	28.9	12.4	0.258	0.111	2.33
		110	72	18.8	8.8	0.261	0.122	2.13
		115	48	14.3	5.7	0.298	0.119	2.51
	1:2.5	83	147	25.0	12.8	0.170	0.087	1.95
		110	86	15.0	7.7	0.175	0.090	1.95
		115	39	10.5	4.8	0.270	0.128	2.18



のよみセメント糊に依り表面仕上を行ひたり。

加壓速度は壓縮、曲げ試験共在來の方法なるも壓裂試験にありては毎秒 500 kg を以て加壓速度の標準となし同時に變形をも 1/100 mm ダイアルゲージに依り測定せり。

上述の方法に依る試験成績の一部を示せば表-1 の如く又 3 者の關係を示せば圖-6, 7, 8 の如くなる。尙各試験値は壓裂、壓縮供試體にありては 3 個、曲げ供試體にありては 2 個の結果の平均値にて示せり。

## 5. 試験成績に対する考察

壓裂強度と曲げ強度との關係を見るに圖-6 に依りて明かなる如く大約直線的關係を有し、壓裂強度と曲げ強度とは同種の張力を主とせる應力に依りて供試體が破壊することを示すものにて、兩者の關係を直線的關係と見做し實驗式を求むる時は次の如くなる。

$$\sigma_b = 2.15 \sigma$$

但  $\sigma_b$ : 曲げ強度 (kg/cm<sup>2</sup>)       $\sigma$ : 壓裂強度 (kg/cm<sup>2</sup>)

圖-7 に於て壓裂強度と壓縮強度との關係を見るに、圖-8 の曲げ強度と壓縮強度との關係と同様に上に凹なる曲線となる。斯の如く壓縮強度に依り曲げ強度を求むる場合は實驗結果が曲線關係を示すを以て壓裂強度より求むる場合の如く簡單なる直線關係なく複雑となる。尙圖-7, 8 を比較するに實驗設備其の他の不備の點は考察せらるゝも、圖に依り明白なる如く實驗結果の各點が壓裂の圖-7 より曲げの圖-8 の方が散在するを見ることが出来る。この原因は種々考へ得らるゝも曲げ試験よりは確實性を有する試験法なることを示すと共に、曲げ強度が壓裂強度の約 2 倍強を示すことは從來の研究に依り曲げ強度が引張強度の約 2 倍を示す點よりして、壓裂強度は大約眞の引張強度に近き値を示すものと考へらるゝもこの點に關しては後日に譲る考へである。

## 6. 壓裂強度試験法に対する批判

本試験法は種々缺點を有することは言ふまでもないが上述の如く非常に確實なる試験結果を示すと共に、戰時下何等の購入設備をなすことなく壓縮試験機を有するところは簡単にコンクリートの内部張力を求め得るところに特點を有する外、壓縮に依る變形も圓筒形供試體なるため割合に多く 1/100 mm 目盛のダイアルゲージに依り充分正確に全變形の測定が可能にて、これに依り一種の彈性常數の研究をも同時に試験中である。更に供試體に作用する壓縮力に依る荷重點の凸部が供試體破壊以前に局部的に破損し、不確實なる結果を示す懸念をも考慮し殘留變形をも同時に考察中である。

今壓裂強度試験の利點並に缺點を列記せば次の如くである。

### 利 點

(1) コンクリートの壓縮試験設備を有するところは他に何等の購入設備をなすことなく簡單且容易に實施し得る點にて、壓縮試験と同時に在來一材齡 3 本の供試體を 2 倍の 6 個の同様な供試體を製作することに依り、壓縮並に壓裂の兩試験を實施し得る理にて本試験の利用により更に合理的なる設計施工を行ひ得ると共に、變形をも同時に測定することに依り一種の彈性常數をも求め得らるゝ非常に便利な試験方法である。尙從來はコンクリートの良否の判定は壓縮試験による強度の大小に依り決定せるも今後は壓縮強度は勿論壓裂強度に依り張力の方をも考慮すると共に、彈性構造物として最も重要なるコンクリートの彈性をも考慮し、此等 3 者の試験成績によりコンクリートの品質判定を實施すべきは勿論なることと考へらる。

(2) 在來のコンクリート曲げ試験は標準型なく且柱状供試體にて壓縮供試體の 3~4 倍の重量を有するため取扱不便なる上に、養生日數不充分にて運搬せば破損し且曲げ供試體中央部分に生じたる氣泡其の他の缺點に依る試験結果の不揃等缺點多きも、本試験法に於ては養生不充分にても自重に依る供試體の破損等なく、且養生日數の少き曲げ試験に於ては試験不可能なる低強度供試體に於ても實施可能なる特點を有す。

(3) 壓裂強度試験はコンクリート以外の類似の物質例へば 試錐せる石材、ソイルセメント、ソイルコンクリート、煉瓦、土壌等の土木建築材料の壓裂強度を求め得らるゝ點にて他試験法の及ぼざる特筆すべき點である。

(4) 壓縮試験に於ける壓縮面と供試體との摩擦の強度に及ぼす影響は多くの學者に依り實驗せられ居るところなるも、壓裂試験に於ては供試體が丸味を有するため壓縮面との接觸は僅少にて摩擦に依る強度に及ぼす影響も少きものと考へらる。

以上の如く種々利點を有するも其の反面材料力學的の缺點を有するとは云へ、實驗の進むに連れ多少とも材料の眞の強さを示すものゝ如く考へられ、更に進んでコンクリートの如き物質の破壊理論をも考察し得るものと思考せらる。

#### 缺 點

- (1) 壓縮試験機の加壓板は必ずしも 30 cm なきためこれ以下の試験機には適當の加壓板の工夫が必要である。
- (2) 加壓面を完全なる二平行面となす必要があるがこれも多少の困難を伴ふところである。
- (3) 供試體は完全な 15 cm 直徑、長さ 30 cm の圓嚮形なるを要するが多少の誤差を有する。
- (4) コンクリート供試體が破壊せざる以前に加壓點の接觸部附近のコンクリートが破壊せざるやの不安がある。
- (5) コンクリートは不均一の物質よりなるため荷重方向の直徑に沿ひ剪斷力が作用し、且コンクリートは不完全彈性體なるため前に求めたる式に依る壓裂強度に不備なる點を存在する。

上述の如く利點の反面に於て缺點も多少有するも、壓縮試験に於ても同様程度の缺點を有し、材料の眞の強度に近き數値を求むる點に於ては良好なる強度試験法なるものと思考せらる。

### 7. 壓裂強度試験の應用

壓裂強度試験は彼上の如く材料の内部張力を求め得ることは明白となり、これに代るべき試験として使用し得るは勿論なるも其の應用の一端を示せば次の如くなる。

道路の舗裝用コンクリートの曲げ強度試験特に滿洲の如き砂質の不良なるところにありては壓縮強度以上に必要を痛感するところにして、且つ試験實施にあたりては供試體の鐵道輸送を必要とし曲げ強度試験供試體より壓裂試験供試體の方が重量も輕く非常に便利である。又重力堰堤用コンクリートの引張側コンクリートの試験として本試験の日常實施による引張強度の推定、並に橋梁工事に於ける拱橋、コンクリート橋承其の他引張又は曲げ作用の働く構造物には總て應用し得るものと考へらる。

更に室内研究實驗としてコンクリート打繼ぎ部分のコンクリート相互の附着力の問題其の他種々應用し得るものと思考せらる。

尙コンクリート以外の岩石土壌の如き土木建築用材に就ても應用可能なることは上述の如くである。

### 8. 結 言

從來コンクリートの引張曲げ強度に關しては上述の如く開却せられ居りし状態なるも、今回土木學會にて制定

中の無筋コンクリート標準示方書中の許容曲げ強度は、許容壓縮強度の  $1/20$  にて許容壓縮強度は壓縮試験による壓縮強度の  $1/4$  なるを以て、許容曲げ強度は壓縮強度の實に  $1/80$  を使用する様規定せられ居るも本試験法の普及に依り更に有効なる許容曲げ強度を定め得るものと考へらる。特に戦時下鐵材の節約に依りコンクリートの有効適切なる使用こそ我々技術者に課せられたる問題にてこの解決の一端ともなれば幸甚の至りである。斯くの如くコンクリートの缺點とも云はるゝ引張並に曲げ強度を再考すると共にコンクリートの材料學的性質を一層明確に知る一つの試験法として壓裂試験法なるものを提案せる次第にて何分の叱正を乞ふものである。

謝意 種々御指導を賜りたる吉田徳次郎博士並に本研究室前田 稔、奥村 勝研究官に對し謝意を表する次第である。

（昭. 18. 8. 23 受付）