

# モールドゲージによるモルタルおよびコンクリートのヒズミ測定について

加賀美一二三, 松井時治, 長谷川博, 浜村信久

## 緒 言

現今建設材料並びに構造物の力学的解明にあたり、電気抵抗線ヒズミ計が多く利用されている。著者等はモルタルおよびコンクリートの内部のヒズミを測定したが、既にこれに関する研究<sup>1,2)</sup>が報告されているのであるが、それらは弾性範囲のヒズミ測定が多い。本実験においてはコンクリートの標準供試体の中央に、共和無線の合成樹脂被覆のモールドゲージを縦に挿入して破壊までと、それに近い点までの領域について、軸方向圧縮ヒズミを測定したものであり、供試体表面にはモールドゲージと同位置に同長の K-8 を対角線上に張り、その平均値を求め、また同時にダイヤルゲージによるヒズミ<sup>2)</sup>も測定して照査した。その結果、セメント硬化物に対しては、骨材粒の大小とその分布に大いに影響されることがわかり、この点に注意するならばこの種モールドゲージによる測定値は、実験上満足すべきものであると考えられることを述べたものである。

## 1. 実験供試体と測定方法

### (1) 実験供試体

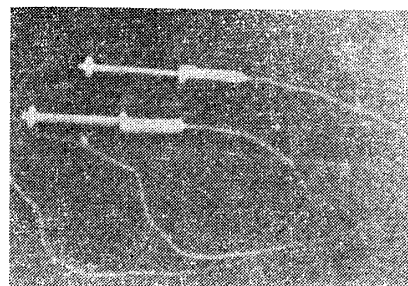
モルタル供試体もコンクリート供試体も、標準円筒供試体を採用した。セメントは某社の普通ポルトランドセメント、細骨材は比重2.53、吸水率1.97%、粗粒率2.85、有機不純物試験は標準色以下、粗骨材は最大寸法 25mm と 40mm の 2 種類にて、比重は各 2.58, 2.57, 吸水率各 0.80, 1.90%, 粗粒率 6.17, 8.00, 単位容積重量各 1540, 1550kg/m<sup>3</sup> のものを用いた。

モルタル供試体は、配合 1:3, 材令 2 週にて  $\sigma_{my}$  341kg/cm<sup>2</sup>, 材令 5 週にて  $\sigma_{my}$  371kg/cm<sup>2</sup> のものである。

コンクリート供試体は、材令 9 週, 表一のごときものである。

表一

配合	砕石粗骨材最大寸法 (mm)	スランブ量 (cm)	S/A (%)	標準供試体ノ $\sigma_{cy}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) (2コノ平均値)	モールドゲージ供試体ノ $\sigma_{cy}'$ (kg/cm <sup>2</sup> ) (2コノ平均値)	$\sigma_{cy}'/\sigma_{cy}$
A	25	7	45	226	201	0.89
B	25	3	45	248	227	0.92
C	25	5	57	290	270	0.93
D	40	7.5	35	273	270	0.99



写真一 モールドゲージの外観

モールドゲージは写真一のごとくで、供試体中への挿入は、モルタル供試体にはほぼ供試体中心に木棒にそい、ゲージを取付けコンクリートを打込み上部まで打上げ後、棒を引抜いて内部を斉等質になるようにつきならした。この場合ゲージ位置は狂いまた傾斜が多くなった。

コンクリート供試体には、モールドの底盤中央に小穴を開け、上部中央に木製小バリを渡し、20番線を通しかなり強く引張り、この針金にそいモールドゲージを取付けコンクリートの打込みをした。この場合モルタルの場合と異り、ゲージの位置も正しく傾斜も少なく、ほぼ正しい挿入ができたと考えられる。コンクリートのD配合に用いたモールドゲージはメーカーより送附後約2カ月保存したため、合成樹脂の変曲傾向が顕著にあらわれたが、これをそのまま用いて打込み供試体を作製した。

(2) 測定方法

供試体の圧縮実験は JIS A 1108 により、そのヒズミ測定は緒言にて述べたヒズミ計とヒズミ測定方法によった。

2. 実験結果

(i) モルタルについて

(a) 配合 1:3, 材令13週,  $\sigma_{my}$  148kg/cm<sup>2</sup> の場合

この場合、ゲージ K-8, モールドゲージ K-M のゲージファクターは各 2.09, 2.00 であり、ダイヤルゲージ D-G の標点距離は標準供試体中央 20cm としたヒズミ値である。この測定値を示すと表-2となる。

表-2

荷重 (t)	$\sigma_m$ (kg/cm <sup>2</sup> )	K-Mの場合		K-8 の 場 合				D-G の 場 合			
		R1	$\frac{\epsilon}{(10^{-4})}$	R1	R2	$R_m$	$\frac{\epsilon}{(10^{-4})}$	R1	R2	$R_m$	$\frac{\epsilon}{(10^{-4})}$
0.5	2.85							0.10	0.70	0.40	0.20
1.0	5.70	0.70	0.35	0.90	0.10	0.50	0.24	0.30	1.10	0.70	0.35
2.5	14.3	2.10	1.05	2.60	1.10	1.85	0.89	1.10	3.00	2.05	1.03
4.0	22.8	3.30	1.65	4.10	2.40	3.25	1.56	2.00	4.90	3.50	1.75
5.5	31.4	4.60	2.30	5.90	3.00	4.45	2.13	2.70	6.50	4.60	2.30
7.0	39.9	5.80	2.90	7.20	3.90	5.55	2.66	3.50	8.00	5.80	2.90
8.5	48.5	6.80	3.40	8.70	5.00	6.85	3.18	4.40	9.60	7.00	3.50
10.0	56.8	8.00	4.00	10.4	6.20	8.30	3.96	5.50	11.1	8.30	4.15
11.5	65.6	9.50	4.75	12.2	7.10	9.65	4.62	6.80	12.8	9.80	4.90
13.0	74.1	11.9	5.19	14.5	9.10	11.8	5.65	8.10	14.8	11.5	5.75
14.5	82.6	13.0	6.50	15.8	10.5	13.2	6.32	10.0	17.2	13.6	6.80
17.0	96.9	17.0	8.50	19.8	13.1	16.5	7.90	12.4	20.3	16.4	8.20
20.0	114	21.1	10.6	26.4	17.8	22.1	10.6	16.2	25.0	20.6	10.3
22.0	125	28.7	14.4	32.0	23.1	27.6	13.1	19.9	29.6	24.8	12.4
24.0	137	32.5	16.3	38.2	27.9	33.1	15.8	24.4	36.0	30.2	15.1
26.0	148	75.0	37.5	50.0	36.5	43.3	20.8	32.0	47.0	39.5	19.8

これを図示すると、図-1となる。

(b) 配合 1:2, 材令 2週,  $\sigma_{my}$  341kg/cm<sup>2</sup> の場合

この場合は、ゲージ K-8, モールドゲージ K-M のゲージファクターは各 2.05, 2.00である。測定結果を図示すると図-2と

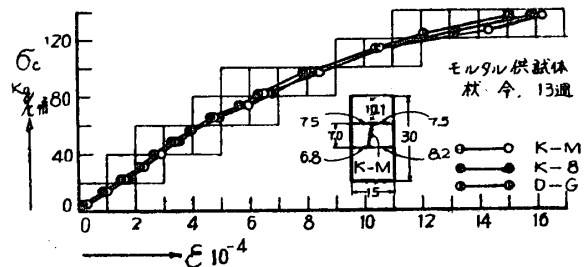


図-1  $\sigma_{my}$  148kg/cm<sup>2</sup> の場合の  $\sigma_m$ - $\epsilon$  の関係

なる。

(c) 配合 1:2, 材令 5 週,  $\sigma_{my}$  371  $\text{kg/cm}^2$  の場合

この場合は, (b) の場合と同条件による測定結果にて, 図-3 となる。

モールドゲージの供試体内の位置と状態は写真-2のごとくである。

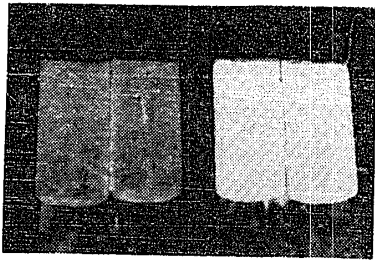


写真-2 図-2の供試体は右, 図-3の供試体は左についてのK-Mの状態

(2) コンクリートについて

(a) 配合 A,  $\sigma_{cy}$  185  $\text{kg/cm}^2$  の場合

この場合の測定結果は表-3となる。これを図示すると, 図-4となる。

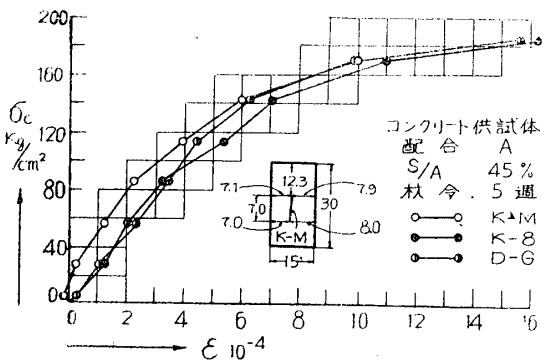


図-4  $\sigma_{cy}$  185  $\text{kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_c$ - $\epsilon$  の関係

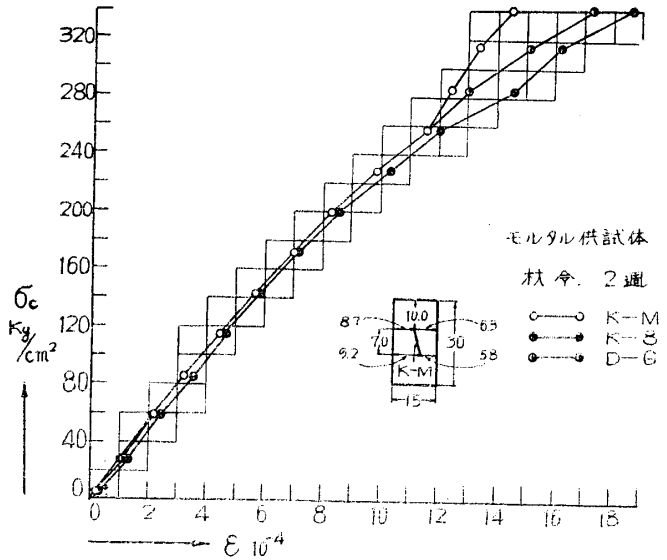


図-2  $\sigma_{my}$  341  $\text{kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_m$ - $\epsilon$  の関係

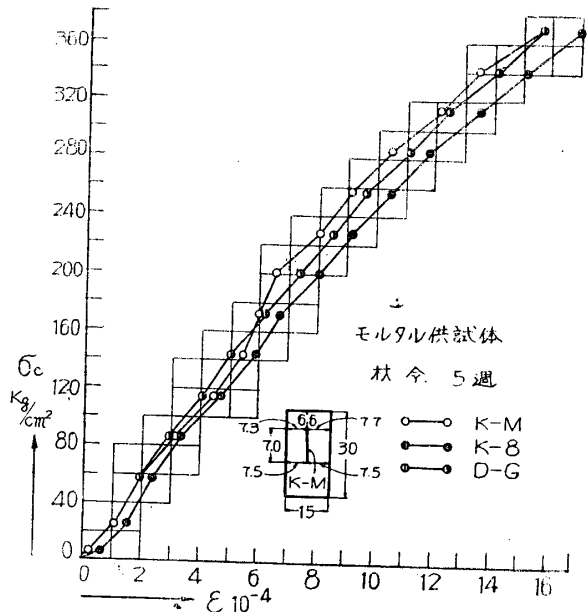


図-3  $\sigma_{my}$  371  $\text{kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_m$ - $\epsilon$  の関係

表-3

荷重 (t)	$\sigma_c$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	K-Mの場合		K-8 の場合				D-G の場合			
		R	$\epsilon$ ( $10^{-4}$ )	R	R <sub>2</sub>	R <sub>m</sub>	$\epsilon$ ( $10^{-4}$ )	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>m</sub>	$\epsilon$ ( $10^{-4}$ )
1	5.7	-0.30	-0.15	0.90	0.30	0.60	0.29	0.50	0.70	0.60	0.30
5	28.4	0.50	0.25	3.00	2.00	2.50	1.22	2.40	2.30	2.35	1.18
10	56.8	2.50	1.35	5.00	3.50	4.30	2.08	5.00	3.90	4.50	2.25
15	85.2	4.50	2.24	8.00	5.20	6.60	3.20	7.90	5.60	6.80	3.40
20	114	7.90	3.94	12.0	9.90	11.0	5.34	10.8	6.90	8.90	4.45
25	142	11.9	5.93	16.2	12.7	14.5	7.03	14.8	10.1	12.5	6.25
30	170	20.0	9.96	25.0	20.0	32.5	10.9	23.1	16.3	19.7	9.85
32.5	185	—	—	38.0	28.7	33.4	16.4	37.8	24.3	31.1	15.6

$\sigma_{cy} 216 \text{ kg/cm}^2$  の場合

この場合の測定結果は図-5となる。

(b) 配合Bの場合

この場合は、2供試体とも  $\sigma_{cy} 227 \text{ kg/cm}^2$  で、測定結果を図示すると、図-6, 7となる。

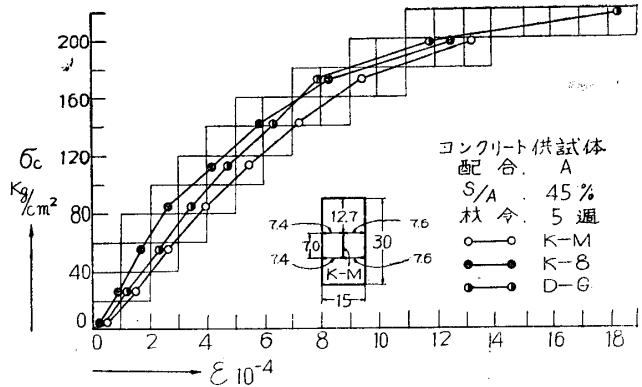


図-5  $\sigma_{cy} 216 \text{ kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_c - \epsilon$  の関係

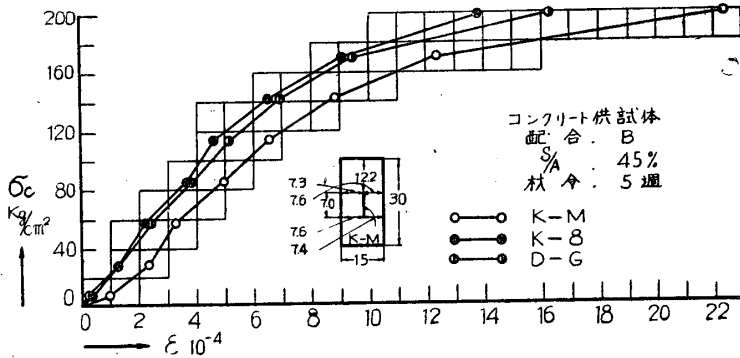


図-6  $\sigma_{cy} 227 \text{ kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_c - \epsilon$  の関係

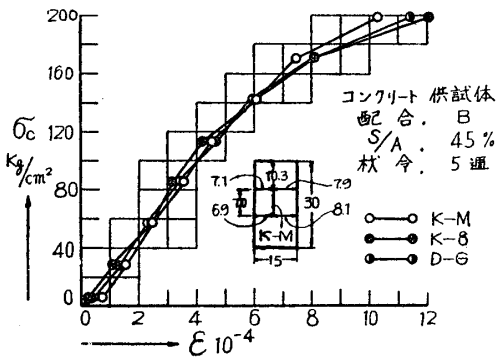


図-7  $\sigma_{cy} 227 \text{ kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_c - \epsilon$  の関係

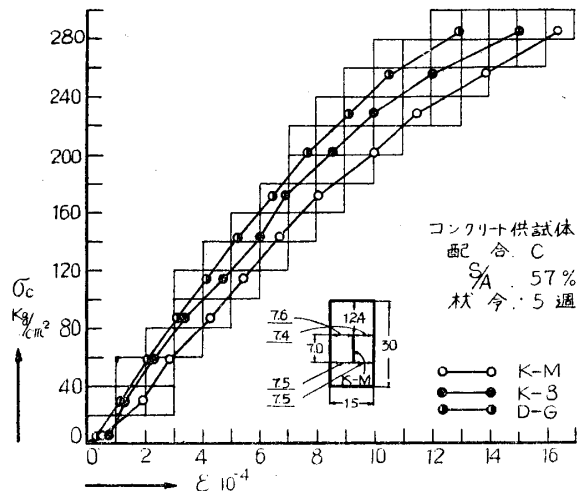


図-8  $\sigma_{cy} 284 \text{ kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_c - \epsilon$  の関係

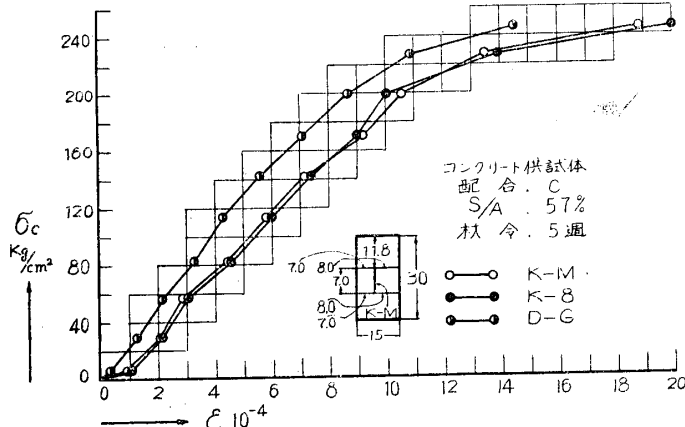


図-9  $\sigma_{cy} 256 \text{ kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_c - \epsilon$  の関係

(c) 配合Cの場合

この場合は、 $\sigma_{cy} 284, 256 \text{ kg/cm}^2$  にて、測定結果を図示すると、図-8, 9となる。

(d) 配合Dの場合

この場合は、 $\sigma_{cy} 256, 284 \text{ kg/cm}^2$  にて、測定結果を図示すると、図-10, 11となる。

モールドゲージの供試体内の位置と状態は写真-3, 4, 5のごとくである。

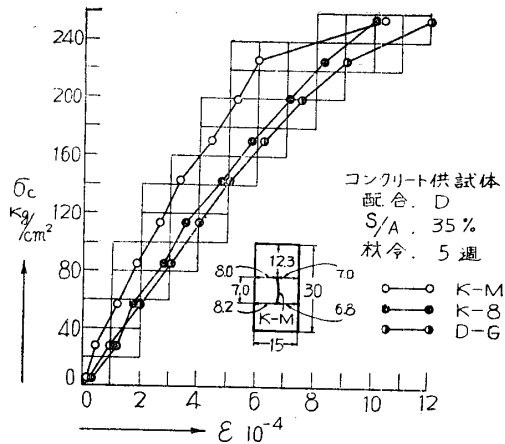


図-10  $\sigma_{cy} 256\text{kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_c-\epsilon$  の関係

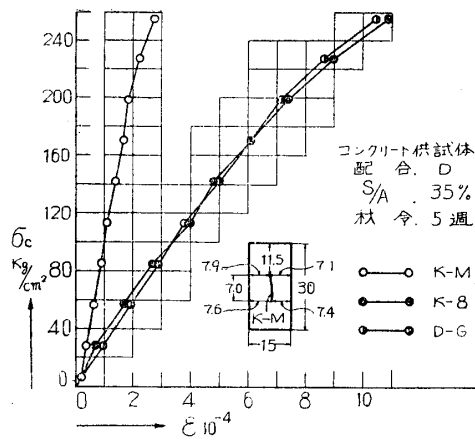


図-11  $\sigma_{cy} 284\text{kg/cm}^2$  の場合の  $\sigma_c-\epsilon$  の関係



写真-3 配合Aの供試体内の K-M の状態

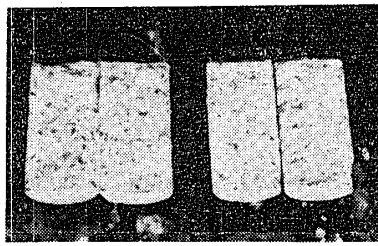


写真-4 配合Bの供試体内の K-M の状態

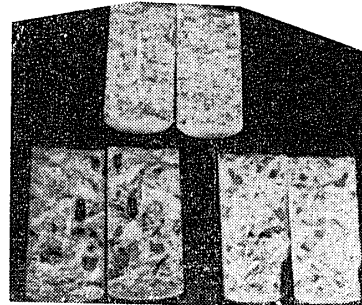


写真-5 上供試体配合C, 下供試体配合D内のK-Mの状態

### 3. 考 察

D-G による実験は、ヒズミ測定値としてほぼ基準として差支えないと考えられ、これに比較対称のため、前記のように K-8, K-M によるヒズミ値を表示および図示したものである。

#### (1) モルタルについて

この実験は、K-M の位置を正しく保持するということができなかったのであるが、その測定ヒズミ値は図-1, 2, 3に示すように、D-G に対する精度の程度において K-M は測定されている。この点から考えるとモルタルのように骨材が細骨材の場合には、K-M の位置、方向の僅かの狂い並びにモルタルの配合、強度、材令の如何は、軸方向圧縮ヒズミに対しては大きく影響しないものと思われる。

#### (2) コンクリートについて

配合Aは2供試体とも D-G に対して、K-8 も K-M もほぼ同程度のヒズミ測定値を示した。配合Bの No. 1 は、配合Aの場合と同様の傾向であるが、No. 2 は K-M の位置、方向は図示のようにほぼ正しいのであるが、測定ヒズミが全般に大きくあらわれた。配合Cの No. 1 は、K-8, K-M とも D-G に対して大きいヒズミ値を示し、No. 2 は K-8, K-M ほとんど等しいヒズミにて No. 1 と同様の傾向を示した。配合Dは長い存置期間後の僅か彎曲した K-M を使用し、かつ骨材最大寸法 40mm の場合であるので、期待できなかった通りその測定結果は No. 1, 2 とも K-M のヒズミは悪い結果を示した。コンクリートに対して

は、配合Dのような特別の場合を除けば、K—Mの位置、方向はほぼ正しいのかかわらず、K—Mによるヒズミは良結果のものでも、モルタルのようにならない。これは骨材粒がK—Mに対して縦、横方向ともに与える影響と考えられる。

以上により K—M の歪曲などの変形すなわち製作後長時日の放置後使用の不可であることは勿論であるが、K—Mの使用に際してはその周囲の骨材が粒度の揃った細骨材であることが、必須要件に考えられる。本実験の範囲内においては、供試体中央部附近にては弾塑性限内は軸方向圧縮ヒズミとほぼ同値のヒズミを示すものと思われる。

## 結 言

モルタルおよびコンクリート供試体に対し、K—Mを使用して内部ヒズミを測定したところ次のごとき事がらを得た。

(1) モルタル供試体に対しては、各種配合、材令の供試体に対し、K—Mの位置、方向は良好でなかったが、その測定ヒズミはかなりの良結果を得た。

(2) コンクリート供試体については、K—Mの位置方向を正しい状態にて測定したのであるが、モルタルのような結果は得られなかった。これは主として粗骨材粒の程度と分布に影響されるものと思われる。

以上により、本実験の範囲内にては、モールドゲージは製作後速かにヒズミ測定箇所へ正しい位置をとって装着し、その周囲はコンクリートにおいては注意深くコンクリート中のモルタルをもって包絡打設するならば、その部分のほぼ正しいヒズミが測定し得られるものと考えられる。

## 参 考 文 献

- 1) H.E. Worley and R.C. Meyer, Development of a Cell for Installation of Electrical Resistance Strain Gages in Concrete, Vol, 25, ACI, 1953
- 2) 著者, 電気抵抗線歪計による歪測定について, 山口大学工学部学報, 第7巻1号, 1956.
- 3) 清田・緒方・大川, 電気抵抗線ひずみ計をセメントモルタル内に埋込む一方法, 材料試験, 7巻55号, 1958