

## 土木学会第1回年次学術講演會講演

(橋梁及一般構造物之部 No. 10)

## メナーゼ鉸の圧縮試験に就て

(Compression Tests of Mesnager Hinges.)

會員 内 山 實\*

## 1. 実験の目的

本鉸に就ては先に米國 The National Bureau of Standards に於て圧縮試験が試みられ、其の性能の一半を評價して居る。併し該実験に於ては、鉸主鉄筋は 16 mm 及 12 mm 等の比較的小径のものに留めて居り、又外力組合せとしては (1) 推力のみ、(2) 推力と回転 (3) 推力と剪断力の 3 個の特殊場合を選んで、本鉸が構造物中に挿入された場合一般に受ける外力組合せ即ち推力、剪断力及回転の實際状態を取扱つて居ない。従つて本鉸の實用に際しては、吾々は之等の諸點を補足してより實際に近い状態に於て更に實驗研究するの必要を痛感するものである。

先頃當省建設局に於て、本鉸裸主鉄筋のものを鉄筋コンクリートアーチ架設中に於ける假設鉸として試用してはとの議が起り、其の性能を一層明確ならしめるため、當所に於て以下の圧縮試験を試みた次第であつて、上記 The National Bureau of Standards の實驗を補足する意味に於て、特に實大供試体を使用し、外力としては推力、剪断力及回転が同時に作用する一般の場合を採用して居る。

本實驗の目的は本鉸の回転に對する剛性並に外力に對する強度等に就て其の實測値と計算値とを對照し、之等よりして本鉸の設計に際して必要とする計算方法を確立することに在る。

## 2. 供試体

主鉄筋の径は 25 mm 及 32 mm で、鉄道省鋼材規格 (JES 第 20 號 G 9) に合格せるものである。

表-1. 主鉄筋の  $E_s$ 

鉄筋種類	径 mm	断面積 cm <sup>2</sup>	張力距離 cm	降伏點 kg/cm <sup>2</sup>	引張強度 kg/cm <sup>2</sup>	伸率	弾性係數 $E_s$ kg/cm <sup>2</sup>
径 25mm	25.1	4.95	10.0	2 850	4 280	41.0	2 109 000
„ 32mm	31.9	7.99	12.8	2 790	4 150	40.8	2 162 000

## 3. 実験の方法 (図-1 及図-2 参照)

表-2. 供試体の種類と外力組合せ

供試体	主鉄筋径	コンクリート盛り	荷重	備 考
1	25 (mm)	無	推力、回転 (0.02 ラジアン)	
2	„	有	„	
3	„	無	推力、剪断力	
4	„	有	„	
5	32	無	推力、剪断力、回転 (0.02 ラジアン)	
6	„	有	„	
7	25	無	推力、剪断力、回転 (0.01 ラジアン)	途中荷重 25t に止め同一方向に繰返し回転 3 回
8	32	„	推力、剪断力、回転 (0.02 ラジアン)	途中荷重 25t に止め折返し回転 2 回
9	25	„	推力、剪断力、回転 (0.03 ラジアン)	„ 1 回

\* 鉄道技師 工学士 鉄道省大臣官房研究所勤務 (昭和 12 年 4 月 11 日講演)

図-1.

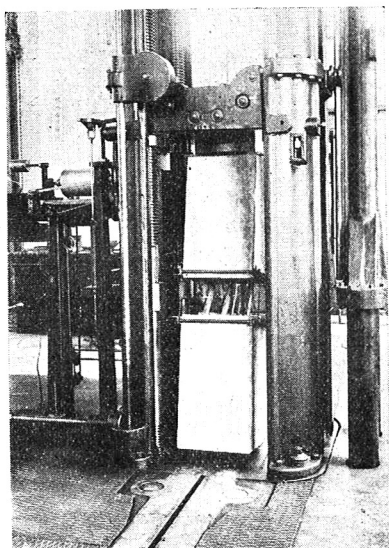
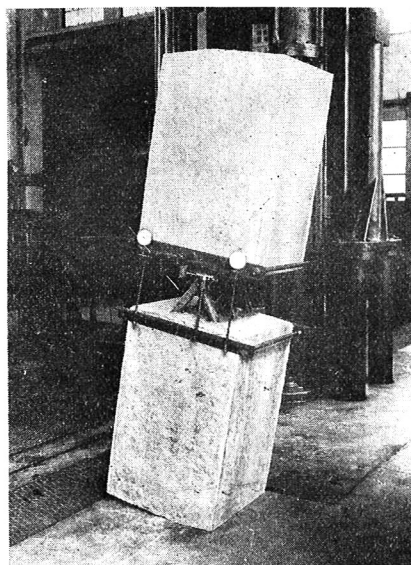


図-2.



4. 実験の結果 (図-3 参照)

図-3. (其-1)

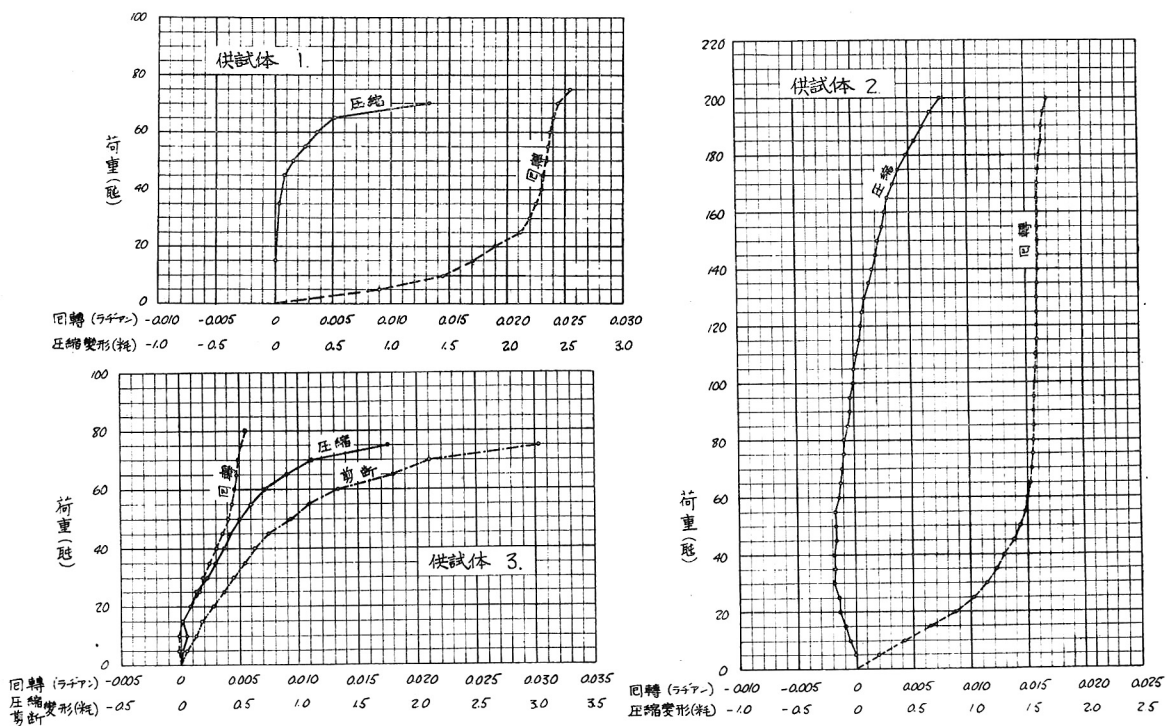


図-3. (其-2)

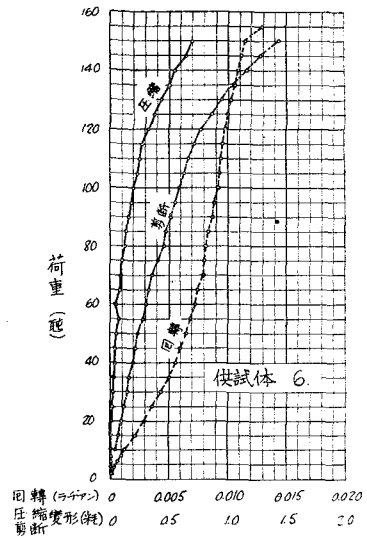
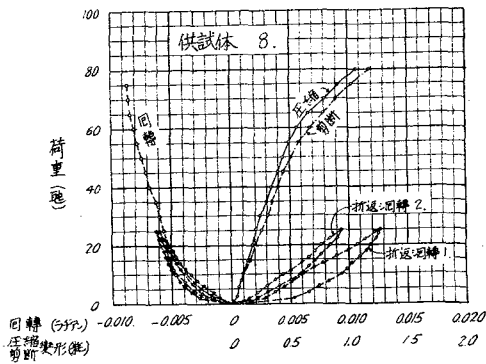
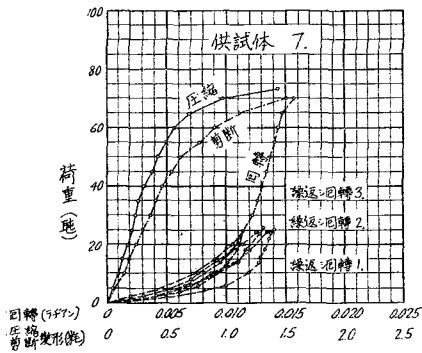
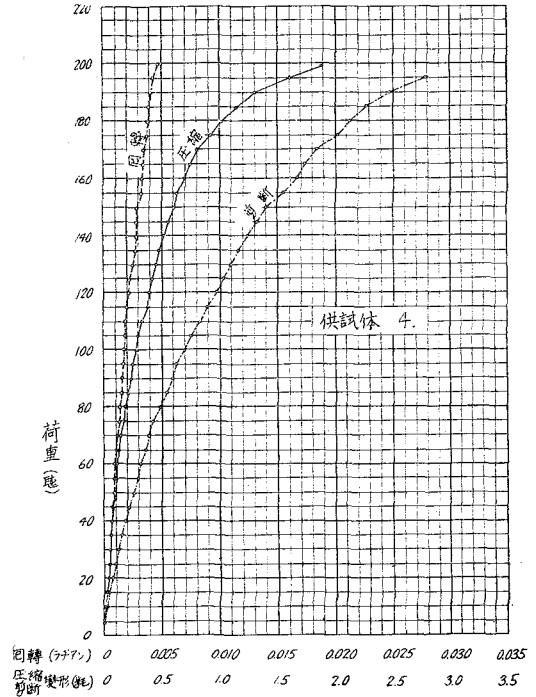
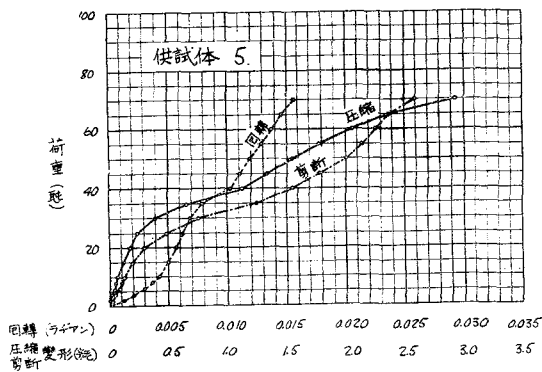
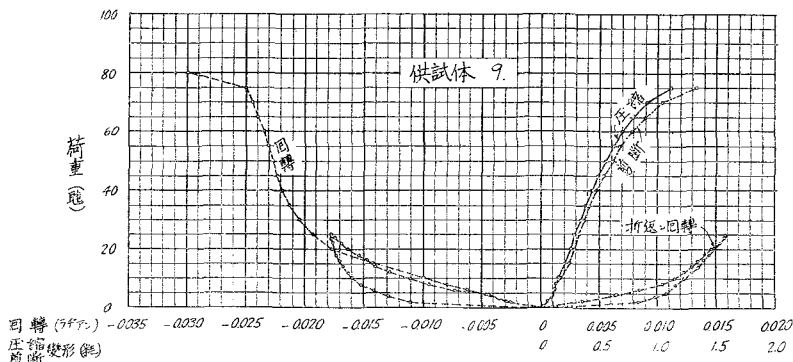


図-3. (其-3)



5. 結果の審議と結論

1. 回転に対する剛性

表-3. 回転に対する剛性 (實測値) (0.01 ラジアン當り)

供試体	主鉄筋径 mm	コンクリート 被り	回転変形 ラジアン	荷重 kg	主鉄筋 1組當り kg	鉄中心に於ける 偏心距離 cm	曲げモーメント kg cm	剛性 kg cm
1	25	無	0.0220	30 000	7 500	1.70	12 750	5 795
2	„	有	0.0155	60 000	15 000	6.30	94 500	60 967
6	32	„	0.0080	65 000	21 666	5.54	120 000	150 009
7	25	無	0.0125	30 000	7 500	0.97	7 275	5 820
8	32	„	0.0070	45 000	15 000	0.56	8 400	12 060
9	25	„	0.0205	32 000	8 000	1.59	12 720	6 204

剛性計算式 (裸主鉄筋の場合):

$$\phi = \frac{MI}{2E_s I}, \quad \therefore M = \frac{2E_s I \phi}{l} \quad \dots \dots \dots (1)$$

茲に

- $M$ : 回転に対する剛性,
- $I$ : 主鉄筋の断面二次モーメント,
- $\phi$ : 単位回転 (0.01 ラジアン),
- $d$ : 主鉄筋の直径,
- $l$ : 主鉄筋の有効長 =  $\frac{q}{\cos \theta} + d \cdot \tan \theta$ ,
- $E_s$ : 主鉄筋の弾性係数

表-4. 回転に対する剛性 ((1) 式に依る計算値)

供試体	主鉄筋径 mm	$q$ cm	$l$ cm	$\phi$ ラジアン	$E_s$ kg/cm <sup>2</sup>	$I$ cm <sup>4</sup>	剛性 kg cm
1, 7 及 9	25	15	18.84	0.01	2 850 000	1.92	5 810
8	32	20	24.94	„	2 950 000	5.14	12 200

表-5. 供試体の圧縮強度

供試体	主鉄筋径 mm	コンクリート 被り	主鉄筋 数	降伏點に於ける 回転ラジアン	降伏荷重 (kg)		最大荷重 (kg)	
					總荷重	主鉄筋 1組當り	總荷重	主鉄筋 1組當り
1	25	無	4	0.0230	45 000	11 250	70 000	17 500
2	„	有	„	0.0160	165 000	41 250	—	—
3	„	無	„	0.0040	50 000	12 500	75 000	18 750
4	„	有	„	0.0035	165 000	41 250	—	—
7	„	無	„	0.0140	50 000	12 500	73 000	18 250
9	„	„	„	0.0225	45 000	11 250	75 000	18 750

表-3 及 表-4 の結果は大體一致するから、裸主鉄筋の剛性は (1) 式を以て其の概略値を知る事が出来る。コンクリート被りを有する場合は裸主鉄筋の場合の約 11~12 倍の剛性を有する結果になるので鉸の目的よりすれば、斯様に剛性を増大しない様な別途の主鉄筋防蝕方法を考究するのが望ましい。

(2) 鉸の強度 表-5 の結果に依れば鉸の強度は回転角に餘り關係なく、コンクリート被りに依る強度の増率は本實驗結果に於ては約 3.3~3.6 である。

裸主鉄筋中に於ける最大線応力の近似計算式：

$$\begin{aligned}
 \sigma_m &= \frac{N}{2A_s} \left[ \frac{K}{\cos \theta} - \frac{Q}{\sin \theta} \frac{l}{i} \right] + \frac{S}{2A_s} \left[ \frac{L}{\sin \theta} + \frac{R}{\cos \theta} \frac{l}{i} \right] + \frac{2E_s i \phi}{l} \dots\dots a \\
 \sigma_m &= \frac{N}{2A_s} \left[ \frac{K}{\cos \theta} + \frac{Q}{\sin \theta} \frac{l}{i} \right] + \frac{S}{2A_s} \left[ \frac{L}{\sin \theta} - \frac{R}{\cos \theta} \frac{l}{i} \right] - \frac{2E_s i \phi}{l} \dots\dots b \\
 \sigma_m &= \frac{N}{2A_s} \left[ \frac{K}{\cos \theta} + \frac{Q}{\sin \theta} \frac{l}{i} \right] + \frac{S}{2A_s} \left[ -\frac{L}{\sin \theta} + \frac{R}{\cos \theta} \frac{l}{i} \right] + \frac{2E_s i \phi}{l} \dots\dots c \\
 \sigma_m &= \frac{N}{2A_s} \left[ \frac{K}{\cos \theta} - \frac{Q}{\sin \theta} \frac{l}{i} \right] + \frac{S}{2A_s} \left[ -\frac{L}{\sin \theta} - \frac{R}{\cos \theta} \frac{l}{i} \right] - \frac{2E_s i \phi}{l} \dots\dots d
 \end{aligned} \tag{2}$$

- 茲に M: 鉸に回転を起させるに必要な曲げモーメント,  $i = d/4$ : 主鉄筋断面の最小回転半径,  
 N, S: 鉸に働く推力, 剪断力(主鉄筋 1 組當り),  $A_s$ : 主鉄筋の断面積  $= 4\pi i^2$ ,  
 q: 中心線に沿つて測つた鉸間隙,  $E_s$ : 主鉄筋の弾性係数,  
 d: 主鉄筋の直径,  $\phi$ : 鉸に於ける回転(ラジアン),  
 $l$ : 主鉄筋の有効長  $= \frac{q}{\cos \theta} + d \tan \theta$ ,

$$K = \frac{1}{1 + 12 \tan^2 \theta \left( \frac{i}{l} \right)^2}, \quad L = \frac{1}{1 + \frac{12}{\tan^2 \theta} \left( \frac{i}{l} \right)^2}, \quad R = \frac{1}{1 + \frac{\tan^2 \theta}{12} \left( \frac{l}{i} \right)}, \quad Q = \frac{1}{1 + \frac{1}{12 \tan^2 \theta} \left( \frac{l}{i} \right)^2}$$

表-6. 主鉄筋に於ける最大線応力 ((2) 式に依る計算値)

供試体	主鉄筋断面積 $A_s$ cm <sup>2</sup>	細長比 $l/i$	降伏荷重主鉄筋 1 組當り kg	推 力 N kg	剪断力 S kg	回 転ラジアン	最大線応力 $\sigma_m$ kg/cm <sup>2</sup>		
							N 及 S に依るもの	$\phi$ に依るもの	合 計
1	4.909	30.144	11 250	11 250	0	0.023	1 022	3 218	4 840
3	„	„	12 500	12 304	2 206	0.004	2 002	569	2 562
7	„	„	12 500	12 304	2 206	0.014	2 002	1 959	3 961
9	„	„	11 250	11 073	1 986	0.0225	1 391	3 148	4 530

表-6 の結果に依り、本鉸主鉄筋の断面算定に當つては、(2) 式に依り計算したる推力及剪断力に依る直接応力を鉄筋許容応力の 60% 以内に収めるべきである。但し其の時の推力、剪断力及回転に依る最大線応力は本鉸の用途に依つては、鉄筋の弾性限度若くは疲限度程度まで許し得る様に思はれる。コンクリート被りに依る強度の増率は被りの厚さ及コンクリートの品質等に依つて左右されるものであるから、本鉸の強度計算に際しては之を見込まないのが安全である。

(註: 本文の詳細に就ては本會誌第 23 卷第 5 號を参照されたい)