船内足場のフレーム掴みの強度について

（第　二　報）

§1　ま　え　が　き

当所々報1953年第1号において，各造船所で実際に用いられているビーム掴み及びフレーム掴みの強度の試験結果を報告したのであるが，今回はフレーム掴み（掴まれる相手がアングル）の強度の算定式を実験的に求める目的を以つて実験を行い，次の結果を得た。

$$\sigma=\frac{M}{Z}$$

$$Z=\frac{1}{9}b^{5/3}t^{4/3}$$

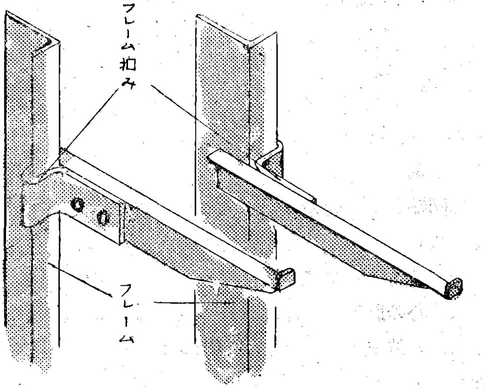
ここに

σ は掴みの部分の最大曲げ応力度
Mは掴みに作用する曲げモーメント
Zは掴みの断面係数
bは掴み材の巾
tは掴み材の厚さ　　である。

次にその詳細について述べる。

§2　試験方法及びテストピース

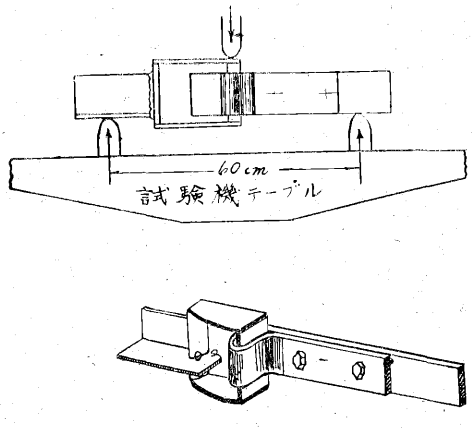
フレーム掴みが船内足場に実際に用いられる状態は第1図の通りである。即ち掴みは，足場板を支えた片持梁の支点として用いられている。したがつて掴みは片持梁の支点モーメントに相当する曲げモーメントに抵抗しなければならない。



第　1　図

掴みに曲げモーメントを作用させるために，試験においては第2図のように単純梁に置き換え，50屯アムスラー型万能試験機の曲げ試験装置をそのまま用いて荷重を測定した。

掴みのテストピースとしては，厚さ12mm，14mm，16mm及び18mmの4種，巾80mm，100mm，120mm，及び140mmの4種，各種2ケずつ合計32ケのものを用意した。第1表はその詳しい寸法である。



第　2　図

なお同じ厚さのテストピースは同じ板からくり抜いたものである。

又厚板の材質を比較するために各厚板から2ケずつテストピースをとり出して，引張試験を行つた。第2表はその結果である。

§3　掴みの一部が降伏したときの荷重

前回の報告で述べたように掴みが降伏しない範囲では荷重と変形はほぼ比例するが，掴みのどこか一部が降伏すると，変形ばかりが著しく増大して荷重は殆ど増大しない。したがつてこの場合の極限強度としては，掴みの一部が降伏したときの荷重を以つて示すのが妥当であると思われる。このような考で，この実験においては降伏時の強度や応力度だけを扱つている。

第3表にこの試験結果を示す。

なお32回の試験の内，降伏時の荷重がはつきりしなかつたものが15回あつたのでそのデータは表から除いてある。

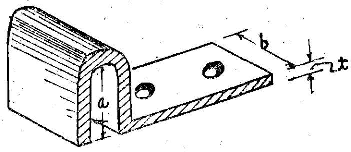
§4　掴みの強度の実験式

今Pを掴みが降伏したときの荷重
σ を掴み材の降伏点
bを掴みの巾
tを掴みの厚さ　　　としたときにPを

$$P=k\cdot\sigma\cdot b^{\alpha}\cdot t^{\beta}\quad\cdots\cdots(1)$$

(1)式で計算できるように各定数 k，α 及び β を定める。

第 1 表　試験片の形状及寸法



単位　mm

試験片	d	t	a	試験片	b	t	a
No. 1	79.0	12.0	81.6	No. 17	80,6	16.5	82.5
〃 2	79.7	12.0	82.9	〃 18	79.2	16.4	81.6
〃 3	97.0	12.0	81.5	〃 19	100.1	16.3	82.2
〃 4	99.0	12.0	80.7	〃 20	100.9	16.3	81.8
〃 5	120.0	12.0	82.5	〃 21	119.1	16.1	80.7
〃 6	120.3	12.5	82.7	〃 22	120.6	16.4	80.2
〃 7	139.3	12.0	81.2	〃 23	138.4	16.4	78.9
〃 8	139.4	12.4	81.9	〃 24	138.3	16.3	79.7
〃 9	79.3	13.9	78.2	〃 25	78.5	17.8	80.8
〃 10	80.1	13.8	75.8	〃 26	79.2	17.6	80.1
〃 11	100.3	13.9	77.5	〃 27	99.3	17.7	79.8
〃 12	99.3	14.0	80.4	〃 28	99.3	17.7	78.5
〃 13	121.4	13.9	78.7	〃 29	119.9	17.8	79.0
〃 14	119.6	14.1	77.7	〃 30	119.4	17.6	80.5
〃 15	140.8	14.3	75.5	〃 31	141.4	19.2	77.7
〃 16	138.8	14.1	78.0	〃 32	141.3	19.0	79.8

第 1 表　引張強度

呼称板厚 mm	寸法 mm×mm	引張強度 kg/mm²	降伏点 kg/mm²	伸び %
12	35×11.7	35	24	32
〃	〃	37	24	32
14	35×13.8	37	22	36
〃	〃	38	23	33
16	35×16.0	37	23	31
〃	〃	37	23	30
18	35×18.8	44	27	23
〃	〃	43	25	30

式を(1)の形に選んだのはPがσに比例し，b及びtのある函数（但し比例はしない）となることが分つたからである。

さてk，σ及びβを決定するには最小二乗法による。今P，σ，b及びtのlogをとりそれを改めてP，σ，b及びtと置くと(1)式は

$$P=k+\sigma+\alpha b+\beta t \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

となる。(2)の正規（誤差）方程式は，

$$\left.\begin{aligned} &kn+\alpha\Sigma b_i+\beta\Sigma t_i=\Sigma(P_i-\sigma_i) \\ &k\Sigma b_i+\alpha\Sigma b_i^2+\beta\Sigma b_i t_i=\Sigma b_i(P_i-\sigma_i) \\ &k\Sigma t_i+\alpha\Sigma b_i t_i+\beta\Sigma t_i^2=\Sigma t_i(P_i-\sigma_i) \end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots(3)$$

第 3 表　掴みの降伏時の荷重

テストピース番号	厚さ t mm	巾 b mm	降伏点 σ kg/mm²	降伏時の荷重 P kg
No. 1	12.0	79.0	24	800
〃 2	12.0	79.7	24	700
〃 3	12.0	97.0	24	1200
〃 4	12.0	99.0	24	1100
〃 5	12.0	120.0	24	1500
〃 6	12.5	120.3	24	1300
〃 7	12.0	139.3	24	1900
〃 8	12.4	139.4	24	2100
〃 17	16.5	80.6	23	1100
〃 17	16.4	79.2	23	1100
〃 19	16.3	100.1	23	1700
〃 20	16.3	100.9	23	1600
〃 21	16.1	119.1	23	2200
〃 22	16.4	120.6	23	2300
〃 24	16.3	138.3	23	2400
〃 31	19.2	141.4	25	3700
〃 32	19.0	141.3	27	3700

となる。(3)の各係数を第3表から求めると，

$$
\left.\begin{aligned}
n &= 17\\
\Sigma b_i &= 34.63722\\
\Sigma t_i &= 19.71802\\
\Sigma b_i^2 &= 70.71987\\
\Sigma t_i^2 &= 22.96708\\
\Sigma t_i b_i &= 40.20113\\
\Sigma\ (P_i-\sigma_i) &= 31.24610\\
\Sigma b_i\ (P_i-\sigma_i) &= 63.94353\\
\Sigma t_i\ (P_i-\sigma_i) &= 36.41452
\end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots(4)
$$

但し，b及びtはmm，Pはkg，σはkg/mm^{2}を単位としてそのlogをとつたものである。

(4)を(3)に代入してこれを解くと，

$$k=-3.11373$$
$$\alpha=1.6667$$
$$\beta=1.3414$$

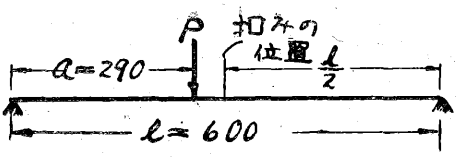
kを真数に戻し，α及びβを分数で表わすと，

$$k=\frac{7.7}{10000}$$
$$\alpha=\frac{5}{3}$$
$$\beta=\frac{4}{3}$$

故に(1)は

$$P=\frac{7.7}{10000}\ \sigma.b^{5/3}.t^{4/3}\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

さて前記の荷重試験において摑みの受ける曲げモーメントをMとすれば，摑みの位置はスパレの中点である故に



第 3 図

$$M=\frac{Pa}{2}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

となる。

(6)に(5)を代入すれば

$$M=\frac{a}{2}\times\frac{7.7}{10000}\cdot b^{5/3}\,t^{4/3}$$

上式において a=280mm を代入すれば

$$M\fallingdotseq\frac{1}{9}\sigma.b^{5/3}.t^{4/3}$$

今 $$Z=\frac{1}{9}b^{5/3}.t^{4/3}\cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$ とおけば

$$\sigma=\frac{M}{Z}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$$ となる。

(7)及び(8)は降伏時においてばかりでなく降伏しない範囲である限り常に成立つと考えてよい。

なお(7)式は元来が実験式であるが，左辺の常数1/9をノンディメンションとしても左辺のディメンションはたまたま理論式と一致する故にb及びtの単位はmmに限定しなくてもよい。又Mの単位も同様にkg.mmに限定しなくてもよい。

（森宣制　平井康善）