

縦横に補剛された圧縮板の極限強度に関する実験的研究

大阪大学工学部 正 員 小松定夫, 日立造船(株) 正 員 牛尾正之
大阪大学工学部 正 員 北田俊行, 大阪大学大学院 学生員 奈良 敬

1. 研究目的

一方向の一樣相対圧縮変位を受ける縦リブのみで補剛された圧縮板については、著者らは実験的¹⁾ならびに理論的²⁾に既にある程度の成果を得て来た。そして現在は、その時に開発した解析理論を縦横に補剛された圧縮板用に拡張している。この解析理論の検証を行なうために必要なデータを得ることと、実験的立場からもこの種の補剛板の極限強度特性を少しでも明らかにすることを目的として本実験を実施した。

表-1 供試体の諸元

諸元	L2D1	L2T1D5	L2T1D1	L2T1D0	L2T2D2	L2T2D1	L2T2D $\frac{1}{2}$	L2T2D0
n_r	2	2	2	2	2	2	2	2
n_q	0	1	1	1	2	2	2	2*
L	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
a	200.0	100.0	100.0	100.0	66.7	66.7	66.7	66.7
a_0	259	283	283	283	238	237	238	238
B	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
b	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
$\alpha=a/B$	2.47	1.235	1.235	1.235*	0.823	0.823	0.823	0.823*
$\alpha_0=a_0/B$	3.20	3.49	3.49	3.49	2.93	2.93	2.93	2.93
t	1.06	1.09	1.09	1.09	1.06	1.06	1.06	1.06
t_0	0.725	0.832	0.832	0.832	0.725	0.725	0.725	0.725
b/t	25.5	24.8	24.8	24.8	25.5	25.5	25.5	25.5
R	0.479	0.534	0.534	0.534	0.479	0.479	0.479	0.479
h_r	9.10	6.94	6.89	6.89	4.69	4.64	4.65	4.66
t_r	1.06	1.09	1.09	1.09	0.86	0.86	0.86	0.86
h_r/t_r	8.58	6.37	6.32	6.32	5.45	5.40	5.41	5.42
R_r	0.495	0.421	0.418	0.418	0.381	0.377	0.377	0.378
A	105.2	103.4	103.3	103.3	93.9	93.8	93.9	93.9
A^*	107.3	105.6	105.5	105.5	96.0	96.0	96.0	96.0
δ	0.1123	0.0857	0.0851	0.0851	0.0470	0.0465	0.0466	0.0467
γ	30.4	12.74	12.46	12.46	3.37	3.27	3.29	3.31
γ_N	29.0	11.28	11.26	11.26	3.40	3.39	3.40	3.40
γ/γ_N	1.05	1.13	1.11	1.11	0.99	0.97	0.97	0.97
h_q	—	9.21	6.10	—	6.78	6.15	4.33	0*
t_q	—	0.86	0.58	—	0.86	0.58	0.86	0*
h_q/t_q	—	10.7	10.5	—	7.88	10.6	5.03	—
I_q	—	224	43.9	—	89.3	45.0	23.3	0*
I_{qN}	—	49.6	48.6	48.6	43.7	42.5	42.7	43.0
I_q/I_{qN}	—	4.52	0.903	—	2.04	1.06	0.546	0*
e	0.914	0.575	0.568	0.568	0.241	0.237	0.238	0.239
e/t	0.862	0.528	0.521	0.521	0.227	0.224	0.225	0.225
σ_y	2680	3530	3530	3530	2680	2680	2680	2680
$\sigma_{y,r}$	2680	3530	3530	3530	3930	3930	3930	3930
$\sigma_{y,q}$	—	3930	3320	—	3930	3320	3930	—
$\sigma_{y,q}^*$	2680	3530	3530	3530	2790	2780	2780	2780
$P_y(t)$	287	373	372	372	267	267	267	267
$P_{max}(t)$	215	325	308	270	227	235	230	200
σ_{max}	2000	3080	2920	2560	2360	2450	2400	2080
P_{max}/P_y	0.749	0.871	0.828	0.726	0.850	0.880	0.861	0.749

*: 剛度が0の横リブが存在すると考える。(単位, kg, cm)

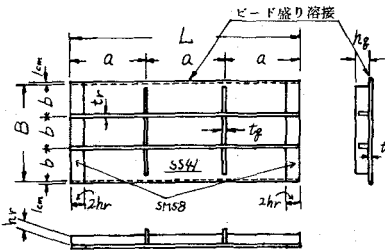


図-1 供試体(L2T2D2シリーズ)

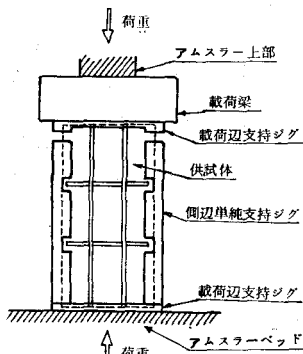


図-2 荷重装置の概略図

n_r ; 縦リブ本数, n_q ; 横リブ本数, a_0 ; 道示の限界横リブ間隔,
 t_0 ; 道示で定める最小板厚 $= b/a \cdot \sqrt{0.7/E \cdot 12(1-\nu^2)/\pi k}$, $R = b/t$,
 $\sqrt{0.7/E \cdot 12(1-\nu^2)/\pi^2 k}$, $R_r = h_r/t_r \cdot \sqrt{0.7/E \cdot 12(1-\nu^2)/0.925\pi}$, A, A^*
; 補剛板断面積 (A^* は側辺支持ジグ取り付け部を含む), δ ; 縦
リブの断面積比, γ ; 縦リブ剛比, γ_N ; 道示の基準剛比, I_q ; 横
リブの曲げ剛度, I_{qN} ; 道示の基準剛度, e ; 断面の中立軸に板
パネルの中央面との距離, σ_y ; 板パネル材料の降伏点, $\sigma_{y,r}$; 縦
リブ材料の降伏点, $\sigma_{y,q}$; 横リブ材料の降伏点, σ_y^* ; 換算降伏
点 $= \{(b/a) \cdot \sigma_y + n_r \cdot t_r \cdot h_r \cdot \sigma_{y,r}\} / A^*$, P_y ; 全断面降伏荷重,
 P_{max} ; 最大圧縮荷重, $\sigma_{max} = P_{max} / A^*$, $E = 2.1 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$, $\nu = 0.3$, $k = 4$.

の比較を容易にするために一様相対圧縮変位は補剛板の板パネルの中央面に作用させるようにした。なお、圧縮力の導入には400トンラムスラー型万能試験機を用いた。

3. 実験供試体

供試体の諸元を表-1に示す。載荷辺付近の端部板パネル部分を除き、供試体材料はすべてSS41とした。載荷辺では板パネル部分のみに載荷しているため、載荷辺付近での板パネルの局部座屈を防ぐために、その部分にはSM58材を用いた。今回の実験では、補剛板全体あるいは縦リブ間の補剛板パネル全体の横たわみ波形が卓越して補剛板が極限状態に至る場合を想定しているため、縦リブ間の板パネルの局部的な横たわみ波形がなるべく生じないように、板パネルの無次元幅厚比 R を0.5以下とした。さらに、理論との比較の關係上、縦リブ自身の局部ねじり座屈が生じないように、その無次元幅厚比 R_t も0.5以下になるようにした。

4. 初期たわみ分布および残留応力分布の測定

板パネルの面外初期変形と縦リブの横たわみ初期変形をレベルと鋼尺を用いて測定した。測定結果の一部である縦リブ位置での板パネルの面外初期変形を図-4に示す。残留応力については、今回は、横方向の残留垂直歪の縦方向の分布状況についても実測した。(詳細は発表当日)

5. 面内圧縮試験

試験結果を表-1、図-3、図-4に示す。図-3より

縦リブ剛度 I_g は現行の道路橋示す書の基準剛度 I_{gn} 程度に取れば十分であることがわかる。図-4に破壊直前での左右の縦リブのたわみ波形を示す。横方向には各供試体ともSL2半波形で近似できるような波形しか生じなかった。供試体L2T1D1で縦方向に半波形のたわみ波形が卓越しているのは、荷重の偏心が大きく作用したためと思われる。また、すべての供試体で縦リブの局部ねじり座屈の現象は認められなかった。横リブに協力する板パネルの有効幅を調べるために、横方向の垂直歪の分布状況をも実測した。詳細は発表当日申し上げる予定である。参考文献 1)小松・牛尾・北田;補剛材を有する圧縮板の極限強度に関する実験的研究,土木学会論文報告集,第255号,1976年11月。2)小松・北田・奈良;初期不整を含む縦リブで補剛された連続圧縮板の極限強度特性,昭和53年度土木学会関西支部年報概要集。

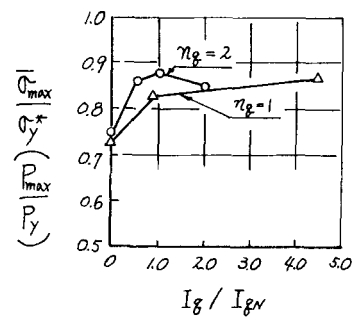


図-3 縦リブ剛度と極限強度

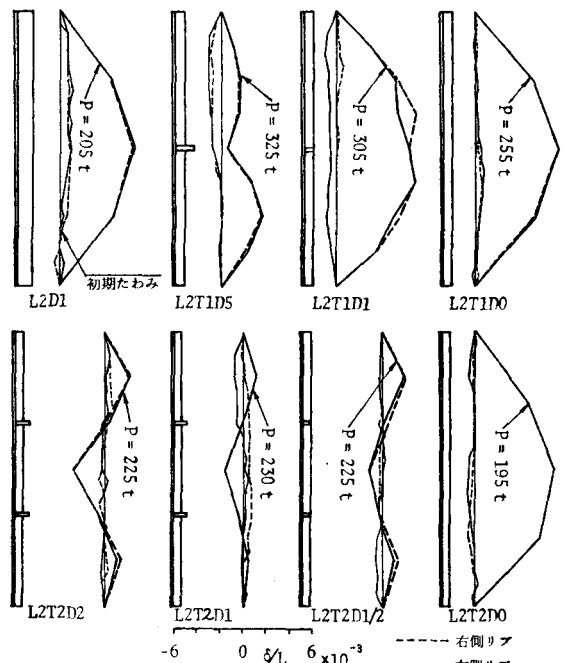


図-4 縦リブの初期たわみ波形と破壊直前のたわみ波形