

○ 建設省土木研究所 正 金井 道夫
正 佐伯 彰一

まえがき

補剛された板の限界状態については、昭和49年度から昭和51年度にかけて、建設省土木研究所を中心として箱形断面供試体計45体による実験的研究が行われ、これらの研究結果をもとに、道路橋示方書の補剛された板に関する設計基準が改訂された。本研究は、これら一連の研究を通して確認された問題点、すなわち、補剛された板の挙動は板の幅厚比や残留応力の大きさによって大きく影響されること、また、終局強度の他にも面外たわみや局部的な降伏による剛度の低下などの使用限界状態が問題となること等に関して、実物大の大型供試体による実験を通して検討を行ない、道路橋示方書の設計理論との対比を図るものである。

1. 供試体の概要

実験は3000t圧縮試験機を用いて行なった。供試体は計4体であり、これらはいずれも補剛された板で構成された箱形断面供試体である。供試体の主要な諸元を表-1に示す。

表-1 供試体主要諸元

No.	材質	R_R	R_F	r/y^*	δ	n_z	n_t	α	t (mm)	供試体 全長×全幅 (mm)
1	SS41	0.48	0.46	1.06	0.17	5	0	2.0	9	3452×1381
2	〃	0.90	0.90	1.01	0.11	4	0	2.0	8	4529×1810
3	〃	0.48	0.46	1.07	0.075	5	1	1.0+1.0	9	3452×1382
4	〃	0.90	0.90	1.02	0.052	4	1	1.0+1.0	8	4279×1811

ここに R_R, R_F : それぞれRモード(補剛材が節になる座屈モード)およびFモード(補剛材と板が同時に座屈するモード)に関する等価幅厚比

r/y^* : DIN 4114に示される最適補剛材剛比に対する、供試体の縦方向補剛材剛比の比

δ : 補剛材1本の断面積と板の断面積との比

n_z, n_t : 縦方向および横方向補剛材の本数

α : 補剛された板の縦横寸法比

特にNo.3およびNo.4の供試体については、道路橋示方書の規定にしたがって横方向補剛材を1本設け、横方向補剛材の設計法の検証、また、縦横寸法比のちがいによる補剛された板の限界状態の差異の検討を目的とした。

2. 実験結果の概要

実験で確認された、各供試体の終局強度を表-2に示す。

表-2 終局強度

供試体 No.	1	2	3	4
P_{cr}/P_y	1.06	0.805	1.01	0.719
$(P_{cr}/P_y)_{design}$	1.0	0.6	1.0	0.6

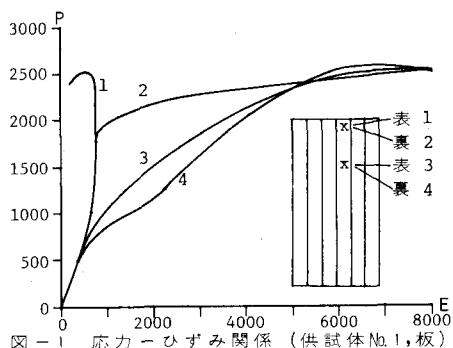
ここに P_{cr}/P_y : 実験で得られた終局強度と降伏荷重との比

$(P_{cr}/P_y)_{design}$: 道路橋示方書改訂版に規定される設計強度と降伏荷重との比

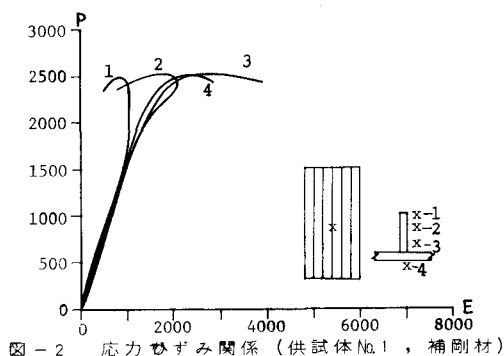
表-2に示されるように、実験で得られた各供試体の終局強度は、道路橋示方書の改訂版に示された設計強度

を上回っている。しかしながら、横方向補剛材を持つ No. 3 および No. 4 の供試体の終局強度は、それぞれ対応する No. 1 および No. 2 の供試体の終局強度を 5～10% 下回っている。

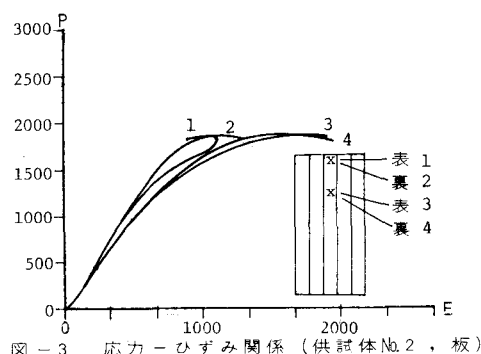
次に、供試体 No. 1 の板の荷重－ひずみ関係と、補剛材の荷重－ひずみ関係の代表的なものを図－1 および図－2 に、また、供試体 No. 2 の板の荷重－ひずみ関係と、補剛材の荷重－ひずみ関係の代表的なものを図－3 および図－4 に示す。



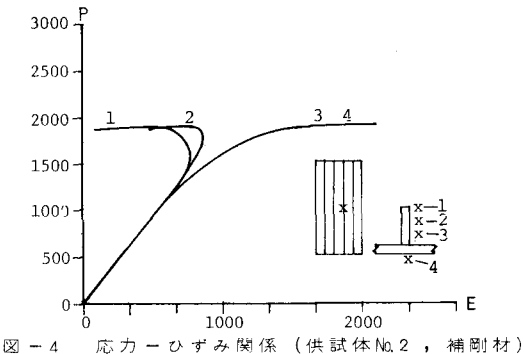
図－1 応力－ひずみ関係 (供試体 No. 1, 板)



図－2 応力－ひずみ関係 (供試体 No. 1, 補剛材)



図－3 応力－ひずみ関係 (供試体 No. 2, 板)



図－4 応力－ひずみ関係 (供試体 No. 2, 補剛材)

供試体 No. 1 および No. 3 の板の荷重－ひずみ関係は、ほとんどが図－1 のような挙動を示す。これは、 R_R が小さい供試体では、板の面積当りの容接量が多く、高い圧縮残留応力が板内部に存在する（計測結果によればほぼ 0.7 σ_y 程度）ため、荷重が低い段階でも板が局部的に降伏していることによると思われる。このため、補剛された板全体としての強度は、補剛材の柱としての強度によって保たれている。またこの場合、補剛された板全体としての強度は問題がなくても、板の局部的な降伏や面外変形によって、補剛された板の使用性に問題が出る事が予想される。図－2 に示すように、補剛材の挙動は比較的安定しているが、補剛材が座屈した後、補剛された板としての強度は期待できない。供試体 No. 3 の終局強度が No. 1 の終局強度を下回る原因は、荷重－ひずみ関係を解析した結果、横方向補剛材の座屈が原因ではなく、縦方向補剛材の柱としての強度が No. 1 に比べて不足していることによることが分かった。これは、No. 3 の補剛材の断面積比 δ が No. 1 に比べて半分以下であるためであると考えられ、補剛された柱の設計では補剛材の断面積比 δ が重要な設計パラメーターであることを示している。

一方、No. 2 および No. 4 の供試体の応力－ひずみ関係は、No. 1 および No. 3 の供試体の場合と大分異なる。これらの供試体については、板の面積当りの容接量が小さく残留応力が小さいため、板は終局強度に近い応力度まで弾性挙動を示す。一方、補剛材は、剛度、断面積比が小さいため、応力度の低い段階から面外変形を開始し、むしろ板の版作用によって支えられている。終局強度は板としての座屈により決定されている。

上記のように、板の幅厚比によって補剛された板の強度特性は大幅に異なり、それぞれの強度特性に応じた設計理論を開発していくことが必要であると思われる。