

6. LP 鋼板の限界強度と設計法

6.1 概要

LP 鋼板は圧延方向に板厚が変化する鋼板であり、板厚が一定の等厚板と同様の手法で限界強度を算出することができれば、フランジ等に利用する場合に容易に設計が可能となる。実際の利用状況を想定し、板厚変化状態・応力状態を再現して有限要素解析を行い、限界強度を明らかにした。

これらは、板パネルを取り出した場合の解析結果に基づいており、パネル毎の限界強度を照査する場合にはここでの方法による必要がある。実際の LP 鋼板の利用では、いくつかの板パネルにわたって板厚変化がなされる。このため実構造物の設計においては、板厚変化区間の途中で作用応力度が最大となる条件とならない限り、板厚変化区間の両端で照査を行えば良いことがわかっている。

6.2 自由突出板および周辺支持板での限界強度と設計法

等厚板の耐荷力評価では、鋼種や幅厚比の影響を考慮した幅厚比パラメータ λ_p が用いられる。設計時の利便性を考えれば、LP 鋼板に対しても同様の強度評価が可能であることが望ましい。ここでは、LP 鋼板の形状および応力特性を示すパラメータ β と等価板厚を示すパラメータ α を用いることによって強度評価を行う方法を示す。

LP 鋼板の形状および応力特性を示すパラメータ β は、次式で表される。

$$\beta = \frac{r-1}{c-1} \quad (6.1)$$

ここで、板厚の薄い側の板厚 t_0 を、厚い側の板厚 t_1 を、それぞれの軸方向応力度を σ_0 、 σ_1 とし、 $r = \sigma_0/\sigma_1$ 、 $c = t_0/t_1$ で表すものとする。

また、等価板厚を示すパラメータ α は、次式で表される。

$$t_{eq} = t_{min} + \alpha \times (t_{max} - t_{min}) \quad (6.2)$$

LP 鋼板の板厚の最大、最小部分での幅厚比パラメータと圧縮強度との関係を示すと図 6.1 のとおりとなる。ここで、 $\beta = -1/c$ は一定軸力状態、 $\beta = 0$ は一定応力状態を示す。種々の形状と応力状態であっても、耐荷力曲線上で交差する位置から LP 鋼板の耐荷力を評価できると推測された。その概念

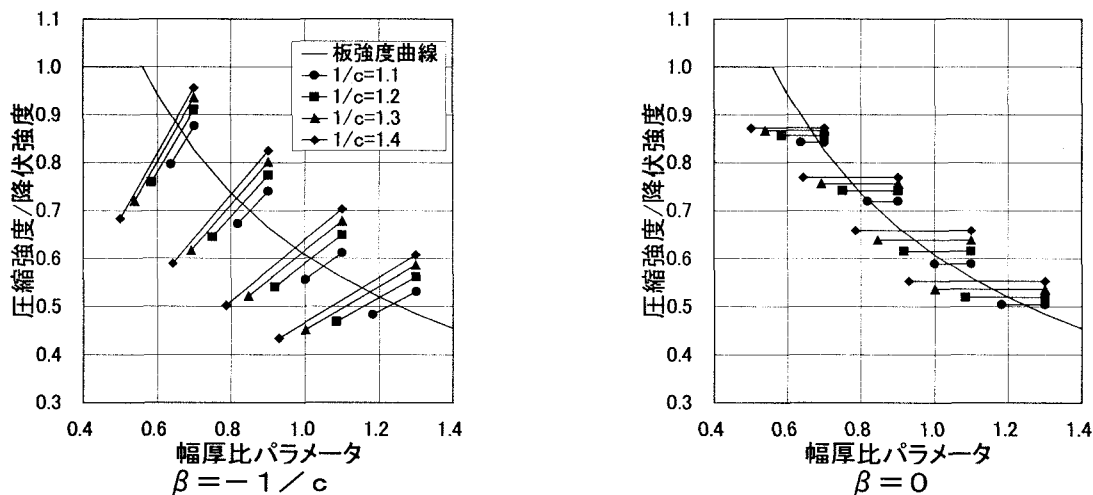


図 6.1 周辺支持 LP 鋼板の圧縮強度解析結果

図を図 6.2 に示す。交差する位置での幅厚比パラメータを等価幅厚比パラメータ、その時の板厚を等価板厚とした。特定の応力状態のみではなく、実際の使用状況を考慮して様々な応力特性を評価した結果、等価板厚を示すパラメータ α は、応力状態と幅厚比パラメータによってパラメータ α の値を変化させる必要があることもわかった。図 6.3 にこれらを変数として値を決める方法を示す。 α に関する詳細は文献 4) を参照されたい。これより自由突出板、周辺支持板では、これらのパラメータを用いて着目するパネルの限界強度を算出することができる。

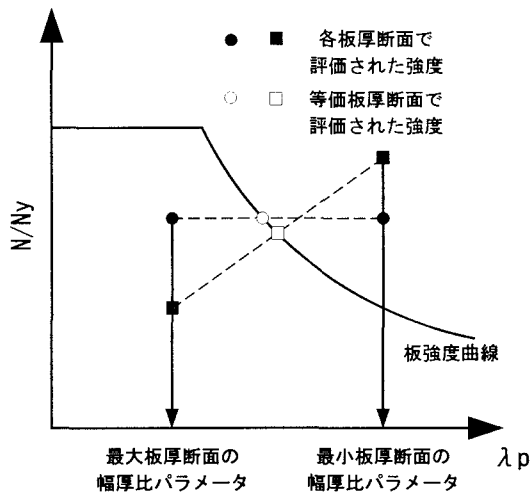


図 6.2 等価幅厚比パラメータの概念図

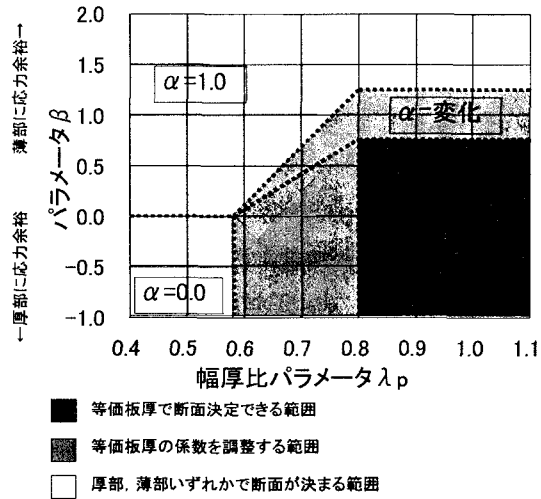


図 6.3 各パラメータによる α の区分

6.3 補剛板での限界強度と設計法

LP 鋼材を補剛板の母材に用いる場合、縦補剛材の断面は材料の入手や製作上の簡便さから母材の板厚変化に関係なく一定の断面を用いることが予想され、母材板厚の薄部から厚部にかけて補剛材の剛比が変化することになる。ここでは、補剛材の剛比に着目して整理してみる。

図 6.4 に補剛材の剛比に着目した $\beta=0$ の場合の板厚比別極限強度を示した。着目パネル薄部断面での縦補剛材剛比パラメータが 1.0 のものは、板厚比が大きくなれば極限強度は上昇する。しかし剛比パラメータが 2.0 を超えると板厚比ほど極限強度に変化は見られない。これは剛比パラメータが 1.0 では、厚部断面での剛比パラメータが 1.0 を下回り、補剛材よりも板パネルの強度が影響し板厚比によって降伏強度に差が出てくるためであり、2.0 を超えるモデルでは、厚部断面での剛比パラメータが 1.0 を上回るために、板厚をあげて板パネルの強度をあげても補剛板全体としての降伏強度はあまり変わらないためである。

道路橋示方書では、補剛板として挙動するために必要な縦補剛材が設けられていることを条件に補剛板全体としての許容値を与えている。したがって、LP 補剛板においても必要な縦補剛材剛比が決

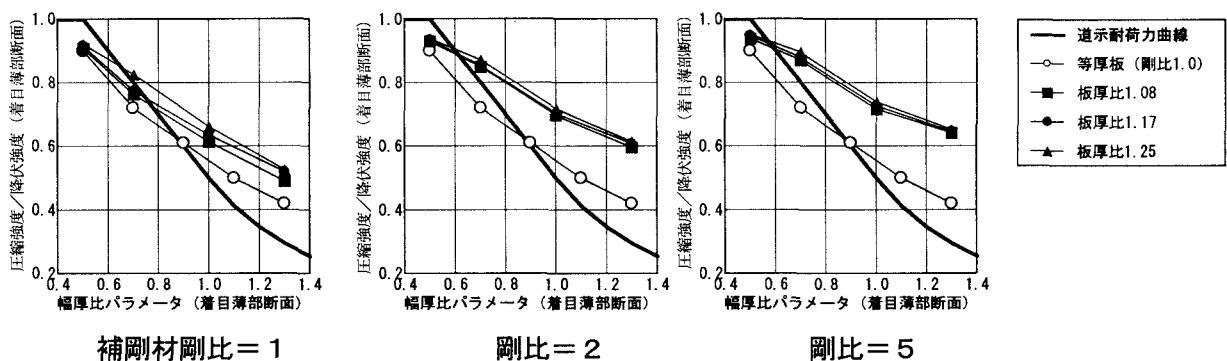


図 6.4 板厚比および補剛材剛比と極限強度の関係

定できれば、等厚板の設計法を準用できると考えられる。

図 6.5 に厚部側剛比パラメータと極限強度の関係を示す。図の縦軸は、着目パネルの薄部断面での極限強度を薄部断面と等厚な補剛板（縦リブ剛比 1.0）の極限強度で無次元化したものである。また横軸は各解析モデルの厚部断面での縦補剛材の剛比パラメータを表している。この図において等厚板の強度を下回っているのは（薄部側応力 σ_0 ）<（厚部側応力 σ_1 ）で厚部断面において道示の必要剛比 1.0 を満たさない場合のみとなった。応力度が等しい $\beta=0.0$ の場合には、板厚比が大きくなって強度が大きくなっていることから、 $\beta \leq 0$ では着目パネル最小板厚断面において縦補剛材の剛比パラメータを決定すればよい。また $\beta > 0$ （ $\sigma_0 < \sigma_1$ ）では着目パネル最大板厚断面において必要剛比を満足できればよい。

縦補剛材の寸法が決定できれば、自由突出板および周辺支持板と同様にして、変厚部分の最小最大

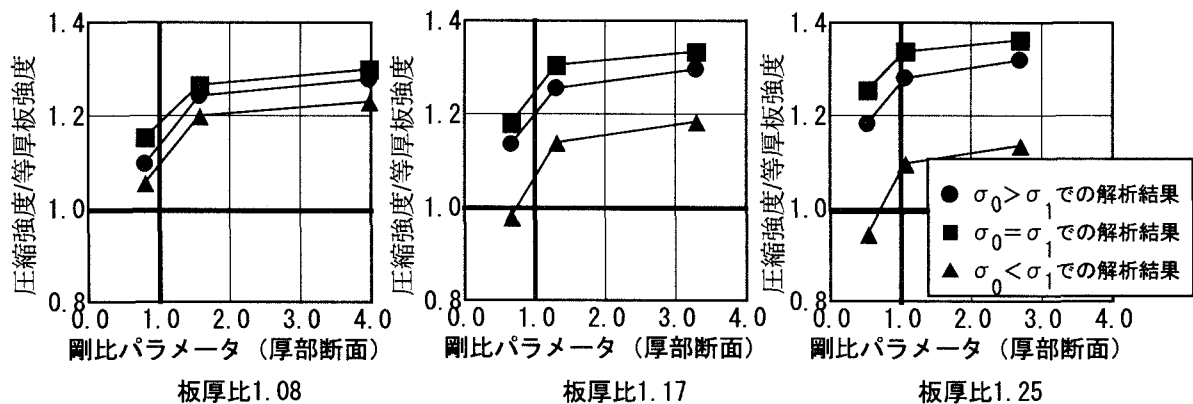


図 6.5 厚部剛比パラメータと極限強度の関係（幅厚比パラメータ 1.0）

の板厚部において、等厚板としての許容値を満足するようにすれば良い。

参考文献

- 1) 村上茂之, 西村宣男, 堀田毅: 自由突出テーパプレート の圧縮強度, 構造工学論文集, Vol.43A, pp.107-116, 1997.
- 2) 堀田毅, 西村宣男, 村上茂之, 滝英明: テーパープレートを用いた I 断面桁の局部座屈設計法, 鋼構造年次論文報告集, 第 5 巻, pp.239-246, 1997.
- 3) 堀田毅, 西村宣男, 村上茂之, 滝英明: LP 周辺支持板および補剛板の圧縮強度特性と設計法, 鋼構造年次論文報告集, 第 6 巻, pp.335-342, 1998.
- 4) 堀田毅: LP 鋼板および鋼 2 主桁橋梁の強度設計法に関する研究, 大阪大学学位論文, 1999.1.