

初期不整をもつ圧縮板の極限強度と設計幅厚比について

大阪大学工学部 正員 小松定夫
 大阪大学工学部 正員 北田俊行
 大阪大学大学院 学生員 ○ 岡田純一

1. まえおき

筆者等は、これまで、残留応力、初期たわみといった初期不整を有する圧縮板の極限強度特性を、有限要素法を用いて解析する手法^[1]、更に、有限要素法に Modal Analysis 的手法を導入、自由度の低減を計った手法を開発し^[2]、それらによる解析例を示してきたが^{[3][4]}、今回、それらを用いて、特に①境界での面内拘束条件、②寸法比(α) ③無次元幅厚比(R)に着目して、圧縮板の極限強度解析を行ったのでここに報告する。

2. 板パネルの境界条件

補剛材の補剛材間の板パネル等は、周辺単純支持矩形板(S)、また、フレートカータの無補剛フランジ、あるいは、補剛材のような自由突出部については、三辺単純支持で一辺が自由な板(F)としてモデル化する。また、無載荷側単純支持辺の拘束条件として、面内変形に対し自由な場合(U)、

及び、直線を保って変位する場合(K)について、初期たわみ、残留応力度、及び、幅厚比等を変化させて解析を行った。なお、補剛材間板パネル等では、階接パネルの拘束があるので、(K)のような境界条件が実際的であると思われる。

3. 数値計算結果と考察

周辺単純支持矩形板の極限強度特性を、図1~図3に示す。図1に示すように、周辺単純支持板の場合、幅厚比 R が小さい場合には、初期たわみが、極限強度に大きく影響し、逆に幅厚比 R が大きくなると残留応力の存在が大きな影響を及ぼす。側辺の拘束条件による相違は、図2に示すように、

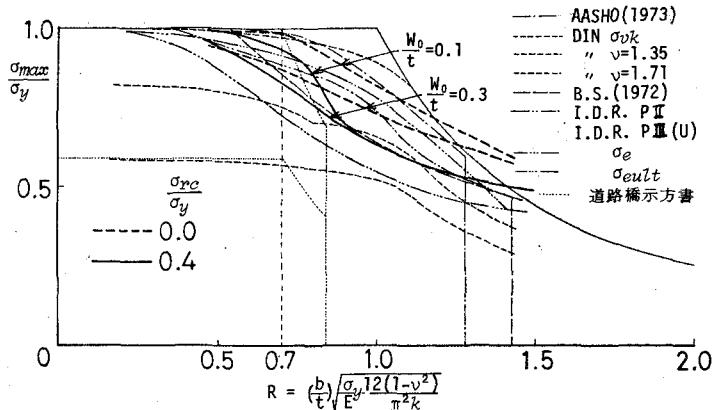


図-1. 幅厚比と極限強度 (S-U)

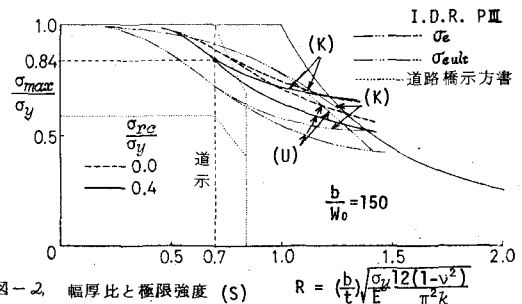


図-2. 幅厚比と極限強度 (S)

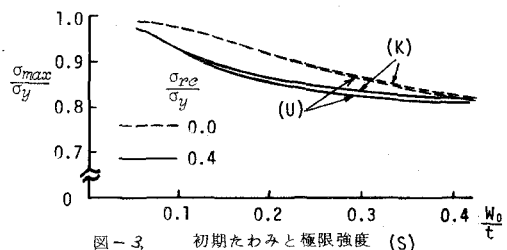


図-3. 初期たわみと極限強度 (S)

幅厚比Rが0.7以上となる領域では、はつきり出ており、(U)の方が(K)に比して相対的に剛性が低く、また、残留応力を有する板の方が、変形後のたわみが大きくなり、(U)と(K)の差が、 $\sigma_r = 0$ の場合に比して大きい。また、図1に示すように、初期不整が大きくなると、 $R = 0.7$ 付近で、極限強度の急激な低下が見られ、我国の道路橋示方書の理念とも一致する。

また、三辺単純支持で一辺が自由な板の極限強度特性を、図4～図7に示す。図4に示す、初期たわみ、残留応力の影響については、周辺単純支持板の場合と同様のことが言える。しかし、周辺単純支持板の場合と異なり、Rの変化による極限強度の急激な低下は見られない。また、図5に示すように、側辺の拘束条件による影響は、ほとんど見られない。一方、図7に、幅厚比Rが、0.7及び0.3における、極限強度の、寸法比 $\alpha = a/b$ による変化を示す。幅厚比Rが大きくなると、寸法比 α に影響を受けることとなる。しかし、 $\alpha = 3.0$ 程度で、ほぼ一程度に近づくようである。

図2及び、図6より明らかなるように、道路橋示方書で規定されている残留応力度($\sigma_{rc} = 0.4 \sigma_y$)、初期たわみ($b/w_0 = 150 (S)$), $b/w_0 = 100 (F)$)を有し、幅厚比 $R = 0.7$ における圧縮板の極限強度の低下は、周辺単純支持板の場合、16%、三辺単純支持で一辺が自由な板の場合、5%で、これは、安全率1.7に含まれると考えれば、道路橋示方書の規定が充分安全であることがわかる。

[参考文献]

- [1] 小松、北田、宮崎：第29回年次学術講演会 I-129 [2] 小松、北田、岡田：第30回年次学術講演会 I-69 [3] 小松、北田、宮崎：昭和50年度関西支部年講 I-49 [4] 小松、北田、宮崎：第30回年次学術講演会 I-68

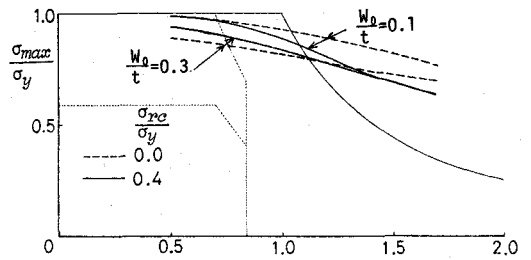


図-4 幅厚比と極限強度 (F-K) $R = \frac{(b/t) \sqrt{\sigma_y [2(1-v^2)]}}{E \pi^2 k}$

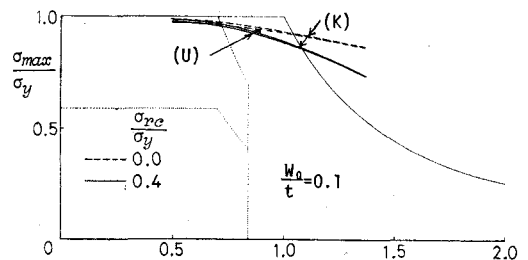


図-5 幅厚比と極限強度 (F) $R = \frac{(b/t) \sqrt{\sigma_y [2(1-v^2)]}}{E \pi^2 k}$

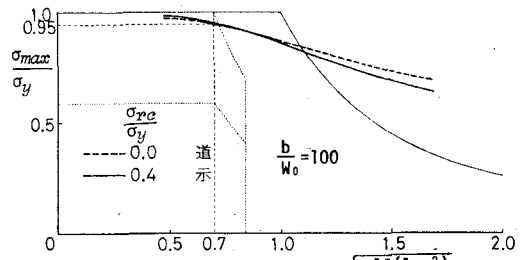


図-6 幅厚比と極限強度 (F-K) $R = \frac{(b/t) \sqrt{\sigma_y [2(1-v^2)]}}{E \pi^2 k}$

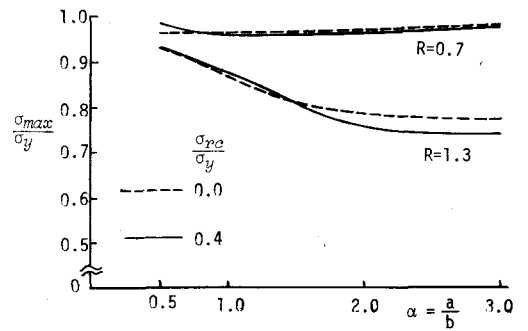


図-7 寸法比と極限強度 (F-K)