I-50　2主並列桁の全体横倒れ座屈におよぼす横桁の強度および剛度の影響

金沢工業大学　正員〇西田　進

１・まえがき

側道橋などの２主並列桁橋は、幅員が２－３ｍと狭くスパン／主桁間隔比（Ｌ／Ｂ）の大きなスレンダーな構造となり、床版コンクリートの硬化する前は座屈崩壊の危険性が大きく、全体横倒れ座屈に対する照査が必要になる。２主並列桁の横倒れ崩壊に対する安全性を正しく評価するために２主並列桁橋モデルの全体横倒れ座屈実験を行ない報告[1]したが、それに加えて剛性及び強度の異なる横桁を配置した２主並列桁橋モデルの全体横倒れ座屈実験を行なった。両者の実験結果を用いて補剛システムとしての横桁の必要剛度と所要強度を明確にするとともに、２主並列桁の全体横倒れ座屈に対する簡単な照査式を提案する。

２・２主並列桁橋モデルの全体横倒れ座屈実験

試験桁には圧延Ｉ形鋼（I-100x50x5x7mm）を使用し、２主並列桁の実験を行なった。実験は試験桁の初期変形を測定した後、骨組内にセットし、載荷装置を用いて圧縮フランジ上に２点集中荷重を作用させて行なう。荷重は理論座屈荷重または面外変形が急激に大きくなるまで100-200kg ずつ増加させて桁の変位およびひずみを測定し、その後は荷重増分を細かくし、不安定状態になると変位制御により座屈後の測定を行なう。

図－１は２主並列桁橋モデルの初期鉛直変位 V_0 、初期水平変位 U_0 および初期ねじり角 Φ_0 の度数分布とその平均値 μ および標準偏差 σ の値を示す。実験に使用した供試体は図に示すように全て道路橋示方書の許容値1/1000以下の範囲に入っており、その平均値は許容値の約１／５である。

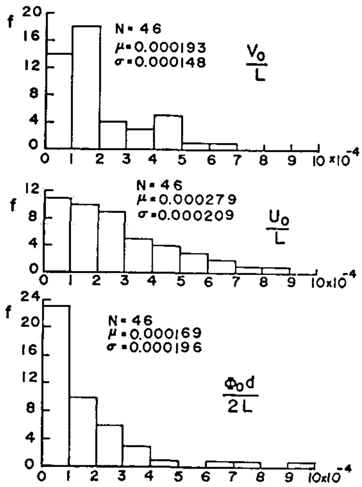

Fig.1 Geometrical Imperfections

３・横桁の強度および剛度配置

図－２は２主並列桁橋モデルの横桁配置図を示す。全体横倒れ座屈実験は文献１）の１９体に加えて、同一寸法で横桁強度を変えた供試体(SS41→SNCM439) ４体、近似座屈解析による横桁の適正配置に対応するケースＤ２体、補剛力から考えた横桁の適正配置に対応するケースＥ２体および補足実験４体計１２体行なった。

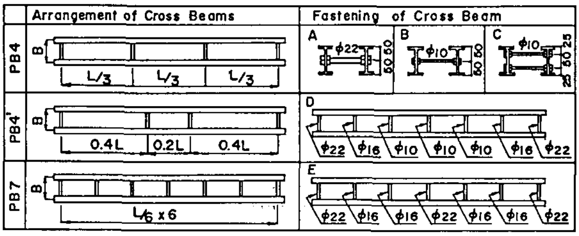

Fig.2 Arrengements of Cross Beams

図－３は実験耐荷力／固定点間座屈強度とスパン長／主桁間隔比の関係を示し、図中の φ=0.84 はギャランボスの提案する強度のバラツキを考慮した抵抗係数を表わす。図よりＬ／Ｂが１８以下の場合、２主並列桁の強度は固定点間座屈強度を下回らないことがわかる。このことより、設計時に、Ｌ／Ｂ≦１８では固定点間座屈に対して、Ｌ／Ｂ＞１８では全体座屈に対して検討すればよいということがわかる。

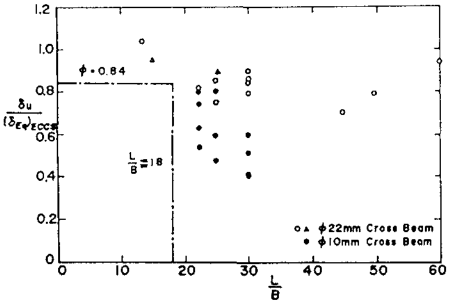

Fig.3 Limit L/B Ratio for Equivalent Strength

図－４は横桁の材質を軟鋼から工具用鋼に変えた場合の全体横倒れ座屈強度の向上を示す。横桁に軟鋼を用いたケースは２主並列桁の座屈前に、初期不整により横桁に補剛モーメントが発生し、その値が横桁の抵抗モーメントを越える場合に対応する。

図－５は横桁の強度および剛度配置の組み合わせのみを変えた２主並列桁(PB7-600/20)の耐荷力を表わす。ケースＡ，Ｂは横桁に同一の丸鋼を使用した場合を、ケースＤは座屈解析から考えた適正配置に、ケースＥは耐荷力解析から考えた適正配置に対応する。中央横桁と端横桁の強度を中間横桁の強度より大きくする現行設計法は、図より、２主並列桁の全体横倒れ座屈に対しても適正な配置といえる。

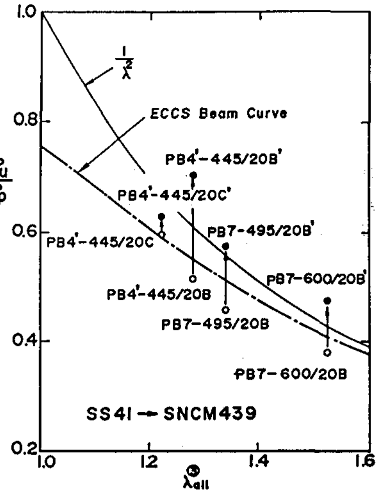

Fig.4 Influence of Strength of Cross Beams

４・２主並列桁橋の全体横倒れ座屈照査式の提案

図－６は実験耐荷力Pu/Pp と正規化した固定点間距離λ_{Eq}の関係を、図－７はλ_{Eq}と横桁の変形の影響を考慮した全体横倒れ座屈強度で正規化した２主並列桁のスパン長との小さい方の値と実験耐荷力の関係を示す。なお、全体横倒れ座屈強度は荷重の載荷位置を考慮した次の式を用いて評価する。

$$M_E = C\frac{\pi^2 EI_{yG}}{L^2}\{0.55g+\sqrt{(0.55g)^2+\frac{I_xB^2}{2I_{yG}}(1+\frac{4GK_TL^2}{EI_xB^2\pi^2})}\} \quad (1)$$

$$I_{yG}=2I_y+\frac{AB^2}{2(1+\beta_1)}\ ,\quad \beta_1=\frac{\pi^2AB^3}{48L\Sigma I_{yc}\cos^2\pi z_i/L} \quad (2,3)$$

図－６と７の比較より、正規化した細長比として MAX$(\lambda_{Eq},\lambda_{all}^{③})$を用いて評価すると２主並列桁の強度をより良く推定できることがわかる。

図－３および７より、２主並列桁の強度式として次式を提案する。

固定点間座屈が卓越する場合（Ｌ／Ｂ≦１８）

$$M_R = \bar{\sigma}_{Eq} M_p \quad (4)$$

全体座屈が卓越する場合（Ｌ／Ｂ＞１８）

$$M_R = MIN(\bar{\sigma}_{Eq},\ \bar{\sigma}_{all}^{③})M_p \quad (5)$$

ただし、端横桁の弱軸回りの抵抗モーメントは主桁最大曲げモーメントの２％を確保するものとする。

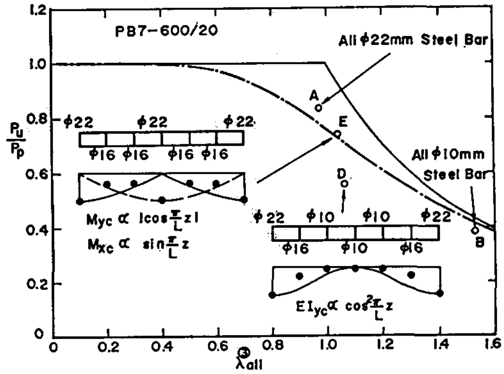

Fig.5 Optimum Arrangement of Cross Beams

参考文献

西田進、福本琇士：２主並列桁（側道橋）の補剛設計法に関する基礎的研究、土木学会論文集、第３７４号、１９８６年１０月、ｐｐ．３２９－３３７．

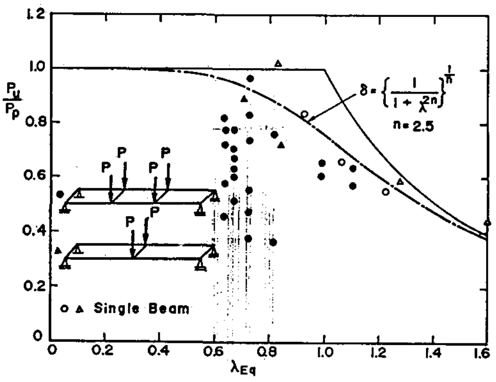

Fig.6 Zero Interaction Buckling Strength

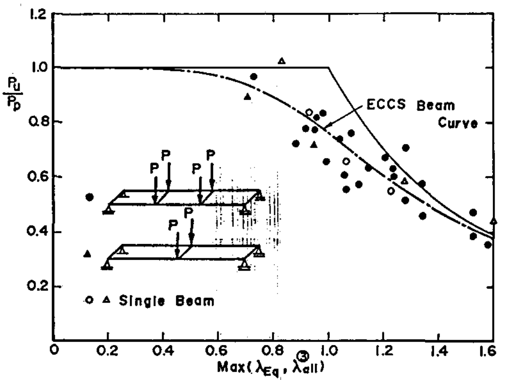

Fig.7 Overall Buckling Strength