

V-252 PC箱桁における断面変形の影響について

山口大学工学部 ○学生員 上 高 克 弘
 " 正会員 高 海 克 彦
 " 正会員 浜 田 純 夫

1. 緒言

近年の高強度材料の開発および施工技術の革新に伴って、土木構造物の薄肉化、長大化が図られ、今後もこの傾向は増々広がりと思われる。最近話題のアウトターケーブルの採用により、ウェブ厚の減少が図られるなど、PC箱桁橋もその例にもれない。こうした状況においては、現行の道路橋示方書にも規定されておらず、また従来ほとんど問題にされなかった断面変形の影響を、検討する必要があると思われる。

既に、箱桁などの薄肉ばりについては、断面剛の仮定に基づく曲げねじり理論が完成されており、設計実務に広く用いられている。このことを考慮すれば、断面変形を考慮するPC箱桁についても、既往の曲げねじり理論による変位と応力を、それぞれ初期変位、初期応力として求めた後、断面変形に伴う付加変位と付加応力を算定して初期値を補正するのが実用的であり、また断面変形挙動の特性を明らかにすることができる。

本研究は、著者らが先に開発した一次元理論¹⁾を、PC箱桁の断面変形解析に適用し、その設計に有為な資料を得んとするものである。

2. 支配方程式

PC箱桁には数種のタイプがあるが、ここでは図-1のような逆台形単室箱桁を考える。4角形断面では、変形後の断面の閉合条件から断面変形角（ずり角）の自由度は1となる¹⁾。

いま、ウェブとフランジの接合点（節点）2の変形角を θ_2 とし、中間隔壁を有する直線箱桁の断面変形の支配方程式を仮想仕事式から導けば、次のようになる。

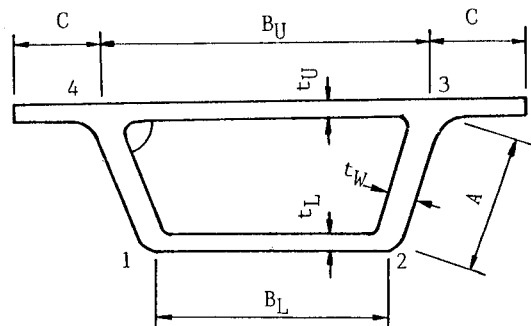


図-1 箱桁断面

$$\int_0^l (E I_2 \theta_2'' + f \theta_2 - F) \delta \theta_2 dz + \sum_{k=1}^n K \theta_2(z_k) \delta \theta_2(z_k) = 0 \quad (1)$$

ここに、 I_2 は断面変形に関する断面常数、 f は横方向曲げ剛性に関する定数、 F は断面変形惹起の荷重項、 K は隔壁の剛性、 n は隔壁枚数、 z_k は隔壁位置、 l は桁長、 E はヤング係数である。

断面変形に伴う桁軸方向垂直応力は、 θ_2 によって次のように表される。

$$\sigma_d = E \Psi \theta_2'' \quad (2)$$

ここに、 Ψ は断面変形のそり関数。

上の断面では、 Ψ の関数値はほぼ図心に関して正負が逆対称となるため、断面内のある部分には断面変形により引張応力が発生する。

3. 解析モデル例

図-2に示す、支間30mの単純PC箱桁を解析対象とする。本モデルは図-1の特例として扱える。桁端部は剛なダイヤフラムで断面変形は防止され、支間中央に中間隔壁を1枚配置する場合（Case 1）

と、配置しない場合（Case2）を考える。

PC箱桁を解析する場合考慮する主荷重には、死荷重、活荷重、プレストレス力などがあるが、断面が対称軸を持つ場合には、偏載活荷重が断面変形を引き起こす。荷重としては、L-20をモデル化して単位長さ当り3.12tを、節点4上に架ける。

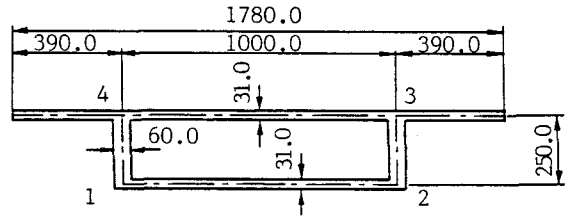


図-2 断面諸元

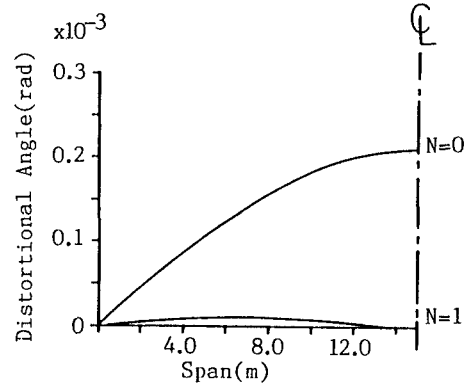


図-3 断面変形角 θ_2

4. 解析結果

図-3は、桁全長にわたり等分布荷重を偏載したときの、節点2の断面変形角の桁軸方向の変化を示したものである。N=0は中間隔壁がない場合、N=1は中央に1枚ある場合である。中間隔壁に関する道路橋示方書の規定通り隔壁を配置することにより、断面変形はほとんど抑えられ、隔壁の有効性がわかる。

図-4にCase1の場合の節点2の、また図-5にはCase2場合の節点1の桁軸方向垂直応力を、示す。図中、真応力とははり理論による応力と断面変形による応力を足し合わせたものである。中間隔壁がない場合、断面変形による応力ははり理論による応力の80%になる。一方中間隔壁のある場合、断面変形は確かに抑えられるが、それでもなおそれに伴う垂直応力は生じ、この応力は通常のはり理論による応力の20%にも達するため無視し得ない。また隔壁近傍での応力変化が激しいことがわかる。

なお、紙面の都合上詳細な検討は、講演時に譲る。

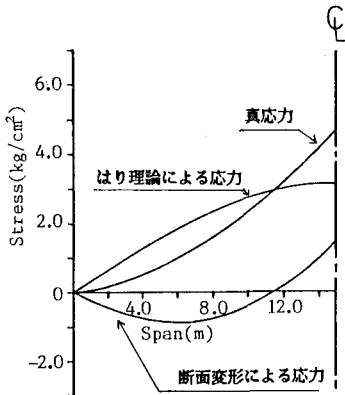


図-4 応力変化 (Case 1)

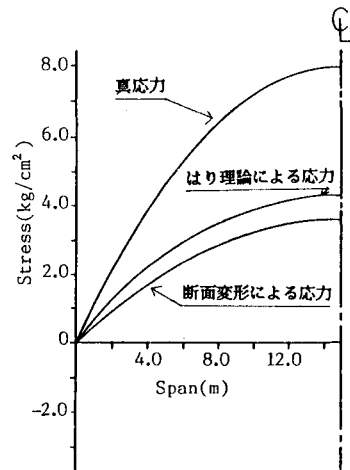


図-5 応力変化 (Case 2)

参考文献

- 1)高海 etl: 薄肉閉断面曲線ばりの断面変形挙動の定式化について、第41回年次学術講演会概要集
- 2)HIKOSAKA etl.: FORMULATION OF DISTORTIONAL BEHAVIOR OF THIN-WALLED CURVED BEAM WITH OPEN CROSS SECTION, PROC.OF JSCE Vol.2, No.1, April 1985
- 3)白杵 : コンクリート1室箱桁橋の弾性解析、橋梁と基礎、84-7