

第5章 設計法

5.1 床版厚

現行の道路橋示方書に示される最小床版厚は、床版支間長の一次関数で与えられており、床版支間長に比例して床版厚は右肩上がりである。また、床版支間長が6mを越えると道路橋示方書Ⅲ（コンクリート橋編）のPC床版用の規定も適用範囲外となるため、床版厚に対する決定根拠がない状況である。ここで、アンケート調査結果の床版厚を、道示規定、およびドイツの道路建設に関する回覧（ARS）に示される経済的な床版厚と比較してグラフを示すと図-5.1.1のとおりとなる。

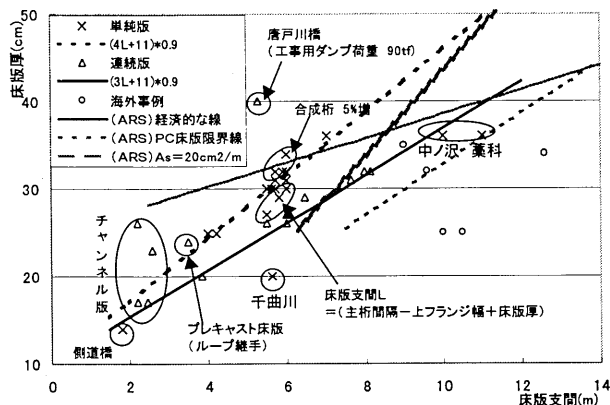


図-5.1.1 床版厚と床版支間の関係

支間3m～8m程度までは連続版、単純版共に概ね道路橋示方書に示される設計式（適用支間長は拡大）に従っているが現状であり、単純版では床版支間Lに（主桁間隔－上フランジ幅＋床版厚）を使用して床版厚が薄くなっているものもある。また、合成桁に使用するため、床版厚を5%割増しているものもある。床版支間が10mを超える第二東名高速道路の薬科川橋と中ノ沢橋では、道示式によらず、ARS図表を参考に求められている。千曲川橋は、道示式での必要床版は30cmとなるが、リップ高さを厚くして床版の最少厚を20cmとしている。さらに、本図には、海外の2主桁の事例も併記しているが、海外では支間が大きくても床版厚が比較的薄いものが多い。

我が国で初めて床版支間10mを越えた薬科川橋、中之沢橋の床版厚は36～37cmである。これは道示式をそのまま適用した床版厚を下回っているが、この床版厚は、詳細な構造検討結果から定めたものであって、海外事例と比較しても遜色ない床版厚となっている。これは、支間長が大きくなることによって、支間中央の床版厚は、曲げ挙動のみによって決定されたものであり、曲げモーメントに抵抗できる床版厚を確保していれば良いということになる。

そもそもここでいう最小床版厚は、床版の押抜きせん断耐力を保証するものであると考え、これは押抜きせん断耐力の照査に用いる活荷重（輪荷重）強度の大きさによって決定されるものであり、床版支間長の大小によって影

響を受けるものではない。従って、今後は、押抜きせん断耐力の照査に用いる活荷重（輪荷重）強度が具体的に提示されることによって、これを受けた設計者が押抜きせん断耐力の照査を行って（床版支間長の大小にはよらない）最小必要床版厚を決定し、その後曲げモーメント等の照査を行って必要があれば床版厚を増厚していくといった、床版厚の決定方法そのものの再構築が求められる。

ただし、PC鋼材や鉄筋の配置を考慮した構造細目を満足する配置可能な最小床版厚であれば、極力床版厚を薄くできることにより自重軽減や施工の合理化等に寄与すると考えられるが、反面、剛性低下に伴う床版の振動問題にも波及することも考えられることから、最小床版厚の決定に関しては、構造条件や環境条件を十分勘案して、合理的な床版厚の決定が望まれる。

5.2 設計曲げモーメント

設計曲げモーメントは、ほとんど全ての橋梁において、死荷重については鋼桁位置で図-5.2.1に示す単純または固定支持した梁モデルにより算出し、活荷重は道示Ⅲにより算出している。しかし、床版支間が10mを越えるようなものや、リップ付き床版などの特殊なものについては、FEM解析を用いて設計している場合が多い。

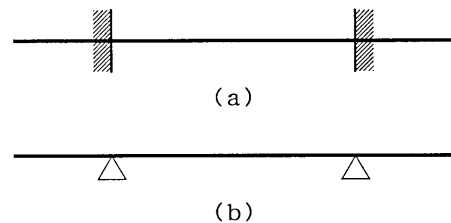


図-5.2.1 死荷重モーメント算出モデル

床版支間が6mを越える場合、道示の床版の設計曲げモーメント式は適用範囲外となる。そこで、FEM解析などを用いた6mを越える床版の設計曲げモーメント式に関する研究が進められている。

また、プレキャストPC床版や場所打ちPC床版で、床版が橋軸方向にRC構造となる場合には、床版に橋軸方向曲げに対するひび割れが発生することを念頭に置き、床版支間方向の曲げに対し安全側の設計を示唆するため、直交異方性を考慮した床版の設計曲げモーメントに関する研究も進められている。直交異方性を考慮した床版の設計曲げモーメントは、構造的な異方性を有する鋼格子床版などの合成床版において多くの実績があるが、PC床版においても、例えば橋軸方向の曲げに伴うひび割れが発生した場合には、橋軸直角方向（床版支間方向）の設計曲げモーメントは等方性の場合より大きくなることが確認されている。床版支間長11mの薬科川橋では、直交異方性も考慮した設計曲げモーメントを定めている¹⁾。しかし、薬科川橋は第二東名高速道路という重交通を念頭に置いていることに注意が必要である。

今後、PC床版の設計における設計曲げモーメントの算出にあたっては、2方向性の床版構造に対し、特にRC構造に対する構造特性を反映して、直交異方性を考慮した合理的な設計方法が期待される。また、近年の研究や実験により、少数主桁合成桁の場合、床版曲げモーメントについては、支点部に配置された鋼横桁の横拘束の影響、鉛直補鋼材の影響や鋼主桁の不等沈下にも影響されることが解っているので、このような構造全体の影響も考慮して合理的な床版の設計曲げモーメントを決定する必要がある。

5.3 押抜きせん断耐力の照査

これまでの床版の設計は、曲げモーメントに対する照査は行われていたものの、押抜きせん断耐力に対する照査は行われていなかった。しかし床版厚の項でも記述したように、今後、床版厚を薄くする場合には、押抜きせん断耐力に対する照査が、限界状態の照査および疲労照査も含めて重要になってくる。従って、押抜きせん断耐力の照査によって最小必要床版厚を決定すべきであると考えられる。このためには押抜きせん断耐力の照査に使用する設計活荷重強度の定義が必要となってくる。

5.4 中間支点部

主桁作用による負の曲げモーメントによって、橋軸方向床版の引張応力が作用する連続桁の中間支点部における床版の照査方法に関する研究も進んでいる。

PC床版であっても橋軸方向にはプレストレスが導入されないケースが多いので、橋軸方向の床版はRCとして照査することになる。特に連続合成桁の場合は注意が必要で、現在は(社)日本橋梁建設協会の提案している方法²⁾を用いて照査を行なうことが多い。

しかし、この連続合成桁の中間支点部の設計計算は非常に煩雑で、連続合成桁を普及するためには課題が多い。例えば、ひび割れ幅の計算は土木学会式³⁾に準拠するとか、フランスのように中間支点部には2%程度の鉄筋量を配置すればよいとか、連続桁の中間支点部においても床版コンクリートを有効と考えると合成桁の主桁作用の計算をするとか、主桁作用と床版作用の重ね合わせ時における設計活荷重の同時載荷性を考えて許容応力度の割り増し係数をやめるとか、さらなる研究が望まれるところである。

従来の非合成桁の損傷事例を調査しても、床版が損傷しているのは中間支点部よりもむしろ支間部が多いという現実もひとつのヒントを与えているように思われる。

参考文献

- 1) 猪熊・本間・河西・松井：支間11mの場所打ちPC床版(葦科川橋)の設計，土木学会第54回年次学術講演会講演概要集・共通セッション，1998.9
- 2) (社)日本橋梁建設協会：PC床版を有するプレストレスしない連続合成桁 設計要領(案)，1996.3
- 3) (社)土木学会：コンクリート標準示方書 設計編，1996

第6章 耐久性.

6.1 防水処理

橋面から床版内部への漏水は、鋼材の腐食を招くばかりでなく、床版コンクリートのひび割れ部のすり磨きを促進して、疲労耐久性に重大な悪影響を及ぼすことが輪荷重走行試験などにより確認されている。従って、床版の疲労耐久性を高めるためには、床版コンクリート上面に防水層を施工することが極めて重要である。

防水層は、床版の一部のみならず、橋梁全面にわたって施工するのがよく、排水樹、伸縮装置、路肩部なども慎重に施工しなければならない。

防水材料としては、シート系防水層や舗装系防水層、塗膜系防水層などがある。十分な耐久性を有し、ひび割れに対する追従性を持つ材料を選ぶと共に、排水樹部など複雑な形状の部位にも確実に施工することが重要である。

また排水性舗装をする場合には、スパイラルパイプなどのスラブドレンを桁端部に設けて排水処理を行なわなければならない。

6.2 防食処理

ポストテンション式のPCスラブでは、PC鋼材の腐食を防ぐためにグラウトをシース管内に確実に充填する必要がある。最近では、現場充填のグラウトに代って、プレグラウト式のアフターボンドPC鋼線の使用が主流となっている。アフターボンドPC鋼線は、工場出荷時にシース内に施工後数ヶ月で硬化する樹脂があらかじめ充填されており、グラウトの充てん不良が発生することがなく高い耐久性が得られる。

コンクリートのかぶり厚さは、鉄筋の腐食を防止する上で重要である。従来床版の鉄筋は、30~40mm程度の芯かぶりとしていたものが多い。日本道路公団の最新の規準(設計要領第2集橋梁建設編)では、かぶりを優先した設計を行なうものとし、床版・地覆は40mm以上、高欄は70mm以上の純かぶりを設けなければならないと規定している。土木学会コンクリート標準示方書施工編-耐久性照査型-では、「中性化に関する照査」、「塩化物イオンの浸入に伴う鋼材腐食に関する照査」に環境条件に応じて鋼材腐食に対する必要かぶり厚さを照査する方法が規定されており、これらを参考にしてもよい。また、鉄筋自体の耐食性を向上させたものとしてエポキシ樹脂塗装鉄筋があり、融雪剤を散布するような腐食環境が厳しい所では、地覆や高欄部などに用いられることもある。