ＰＣ箱げた橋の部材強度に関する基礎的検討

（独）土木研究所　正会員　○古賀　裕久　正会員　青山　尚
正会員　竹内　祐樹　正会員　渡辺　博志
正会員　木村　嘉富　正会員　中村　英佑

１．はじめに

部分係数設計法の書式に基づくコンクリート道路橋の設計規準作成のため，現行規準[1)]に基づき試設計をしたコンクリート橋の信頼性指標を試算したので，その結果を報告する．

２．検討対象

検討する照査項目は，曲げおよびせん断（斜引張破壊）に対する主桁の耐力とした．本報では，幅員 10.7m，中央径間が 80m の三径間連続箱げた橋を対象としたケースについて報告する．架設方法は，張出し架設によるものと仮定した．桁の外形は，既存の道路橋を参考に定めた（図-1）．

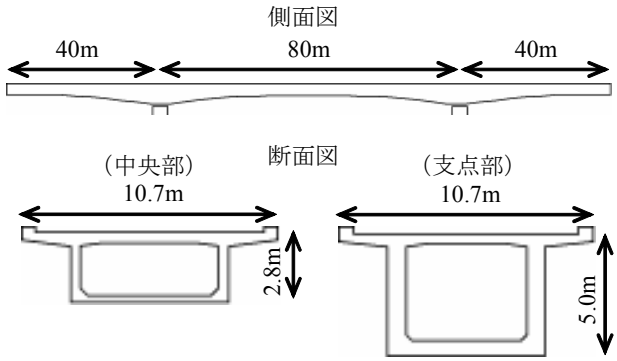

図-1　検討対象とした PC 箱げた橋

３．検討方法

検討フローを，図-2 に示す．まず，現行の終局荷重作用時の組合せによる断面力を算出した．次に，照査断面の破壊抵抗曲げモーメントが断面力を上回るように，必要最低限のＰＣ鋼材を配置した．さらに，照査断面のせん断耐力が断面力を上回るように，必要最低限の斜引張鉄筋を配置した．必要な耐力を有する断面の設計方法としては，鋼材量を変化させるほかに，桁高など断面形状を変化させることも考えられる．しかし，これらを同時に操作すると様々なパターンが考えられ検討が収束しないおそれがあったため，今回は，鋼材量のみを操作した場合について検討した．

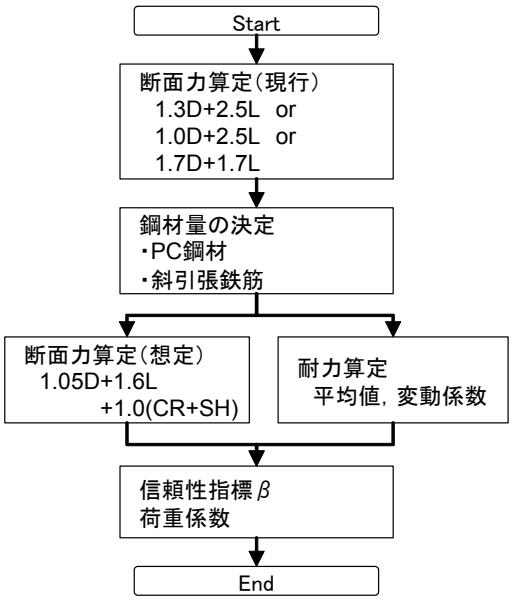

図-2　検討フロー

なお，道路橋示方書に基づく設計では，終局荷重作用時の照査に加えて設計荷重作用時の照査を行う必要がある．また，鋼材の配置は，構造細目の規定を遵守する必要がある．しかし，本報の検討は，ＰＣ箱げた部材の耐力照査の検証を主目的とするので，これらの規定は無視して計算上必要な耐力を有する断面とした．ただし，施工上必要なＰＣ鋼材には，これを配置するものとした．

次に，試設計した断面の耐力や，表-1 に示す種々の要因が変化した際の耐力の変動量を試算した．また，耐力に関する照査を行う際の荷重組合せを想定し，断面力を

表-1　考慮した変動要因

項目	平均値	変動係数
コンクリートの強度	設計基準強度の 1.2 倍	15%
ヤング係数	道示の通り	10%
乾燥収縮・クリープ	道示の通り	17%
PC 鋼材の強度	規格値の 1.03 倍	1%
鉄筋の強度	規格値の 1.14 倍	4%

※平均値及び変動係数は，道路協会において収集した資料や既存の　調査結果（例えば，文献 2）～5)）などを参考に定めた．

キーワード　コンクリート道路橋，箱げた橋，信頼性指標，限界状態設計法
連絡先　〒305-8516 茨城県つくば市南原１－６　（独）土木研究所構造物メンテナンス研究センター　ＴＥＬ029-879-6773

算定した．この荷重組合せは，比較のため，既往の検討例[6]と同じものとした．

最後に，これらの結果から信頼性指標 β と，現行の設計と同程度の信頼性を有する断面を設計するために用いる抵抗係数を算定した．このとき，断面力には変動がないものとして行った．

4．検討結果

(1) 曲げに関する検討

試算結果の概要を表-2 に示す．中央部においては，破壊抵抗曲げモーメントは，想定する断面力の約 1.3 倍であった．これに対し，今回考慮した要因による破壊抵抗曲げモーメントの変動係数は約 1.6%と小さく，信頼性指標 β は 15.9 と比較的大きかった．

中間支点上においては，張出し架設のために必要な PC 鋼材を配置した結果，破壊抵抗曲げモーメントが想定する断面力の約 2.1 倍となり，施工時の照査で断面が決定される結果であった．

(2) せん断に関する検討

試算結果の概要を表-3 に示す．中間支点の中央径間側においては，せん断耐力は，想定する断面力の約 1.8 倍であった．しかし，せん断耐力の変動係数は約 4.0%と曲げに比べると大きく，信頼性指標 β は 11.2 と曲げに比べると小さくなった．この照査位置ではせん断力の 61%を斜引張鉄筋が，34%をコンクリートが負担していたが，耐力の変動に与える影響としては，コンクリート強度の変動の影響が鉄筋の降伏強度の変動の影響よりも大きかった．

表-2 試算結果（曲げ）

照査位置	中央	中間支点
配筋	内ケーブル：7S12.7B（SWPR7BL）8 本，外ケーブル 19S15.2B（SWPR7BL）8 本	内ケーブル：7S12.7B（SWPR7BL）62 本，外ケーブル 19S15.2B（SWPR7BL）8 本
断面力（現行）	72422.83kN･m	－324617.17kN･m
断面力（想定）	56153.31 kN･m	－207934.15 kN･m
破壊抵抗曲げモーメント	74599.70 kN･m 変動係数 1.6%	445352.79 kN･m 変動係数 1.1%
信頼性指標 β	15.9	－
抵抗係数	0.75	－

※中間支点上は，施工時に必要な PC 鋼材を配置すると，必要な耐力を大きく上回ったので，信頼性指標および抵抗係数の算出は行わなかった．

表-3 試算結果（せん断）

照査位置	中間支点（中央径間側）	側径間（支間 1/4 の位置）	橋台
配筋	D19mm ctc125mm	D19mm ctc125mm	D13mm ctc300mm
断面力（現行）	20710.52kN	－14091.56kN	3610.52kN
断面力（想定）	13927.12kN	－9341.87kN	2383.32kN
せん断耐力	25149.98kN 変動係数 4.0%	18052.09kN 変動係数 4.1%	4377.29kN 変動係数 5.9%
信頼性指標 β	11.2	11.9	7.7
抵抗係数	0.55	0.52	0.54

側径間の橋台付近を照査位置とした場合は，せん断耐力の 63%をコンクリートが負担しており，せん断耐力の変動係数も約 5.9%と中間支点を照査位置とした場合より大きかった．ただし，現行設計と同程度の断面を得るための抵抗係数には，照査位置による違いは顕著ではなかった．本報では詳細を省略するが，中央径間の支間長を 40m，120m と変化させて検討した場合も，同程度の抵抗係数となった．

5．まとめ

耐力側の変動要因のみを考慮して PC 箱げた橋の信頼性指標 β を試算した結果を報告した．その結果，材料等の特性値の変動が耐力に与える影響は，せん断に対する場合の方が曲げに対する場合よりも大きく，β も小さくなった．また，コンクリートが分担できるせん断力の割合が大きい部位において β が小さくなる傾向があった．なお，本報の検討では，現状では定量的な評価が難しい荷重側の変動や，耐力評価式と実際の耐力の差異等についてはばらつきを考慮しておらず，今後の課題である．

参考文献

1) 道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編，日本道路協会，2002 年 3 月
2) 建設省土木研究所：施工によるコンクリート品質のばらつき調査報告書，土木研究資料第 632 号，1971.1
3) 高橋久雄ほか：構造体コンクリートの強度管理に関する研究（その１～５），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.123-132，1977
4) 日本コンクリート工学協会：セメント系材料の時間依存性挙動に関する研究委員会報告書，2008 年 12 月
5) 普通鋼電炉工業会：第 6 回電炉鉄筋棒鋼品質調査報告書，2004 年 10 月
6) 清水英樹，村越潤，梁取直樹，小森大資：鋼げた橋の信頼性指標 β の評価と部材強度の抵抗係数の基礎検討，土木学会第 63 回年次学術講演会，I-382，2008 年 9 月