

G1-19. 軽量・薄肉プレストレストコンクリート構造物の設計と景観性に関する研究

真鍋 政彦

1. 目的

一般に鉄筋コンクリート構造は、その材料特性から鋼構造に比べてマッシブなため、造形的に軽快感と開放感に欠けることになる。この状況は世界有数の地震国で、埋立地などの軟弱地盤が多い我が国にあっては一段と助長され、周辺景観とのミスマッチを生み出す主要原因の一つとなっている。

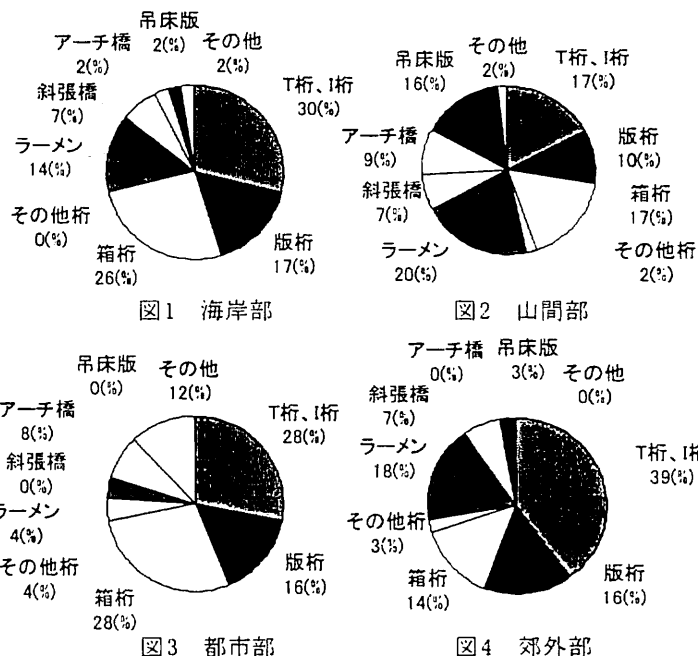
近年コンクリート構造物に寿命などの性能設計の考え方が導入されつつある。コンクリート標準示方書の施工編—耐久性照査型—(H11年度改訂版)によれば、鉄筋の腐食を防止するために必要なかぶり厚の改訂がなされ、かぶりに対する配慮はより厳しいものとなった。特に飛沫帯やそれと同様の環境に建設される構造物では、耐久性を確保するための最小かぶり厚が極めて大きくなり、設計上不合理な状況が生じてくることもあり得る。そこで本研究はまず、プレストレストコンクリート橋の現況を調査し、特性の把握に努めた。そしてかぶり厚を薄くする工法について調査を行い、示方書の改訂、防食工法の導入にともない実際に主桁を試設計することで比較・検討を行う。

2. 内容

2.1 現況調査

まず年々施工実績が増加しているプレストレストコンクリート橋(PC橋)を対象を絞り、過去10年間のPRESTRESSED CONCRETE YEAR BOOKに記載されている全国の約1400橋について様々のデータを整理し、考察を行った。またより詳細に考察をするために、対象を身近な九州内の橋梁に絞って、架設地点別に分類を行った。そこで実際にかぶり厚が増加し、重量感を帯びたPC橋についての考察を行った。分類項目は、橋長別、最大支間長別及び構造形式別である。ここではその一例として構造形式別の分類について示している。

図1~4から桁橋の割合は全般的に多く、山間部を除く他の3地域で7割以上を占めている。山間部では吊床版橋の割合が多いため、かぶり厚が増加すれば、本来なら吊床版橋から感じとれる「軽量感」が失われることが危惧される。さらにアーチ橋の割合も多く、かぶり厚増加により桁下の解放感に影響を与えることが考えられる。一方、都市部、郊外部、海岸部ではアーチ橋もしくは斜張橋の形式が比較的多く採用されているが、このような立ち上がりの大きい橋は、平地や水面の単調さに対して、適度のアクセントやランドマークになる場合が多いため、かぶり厚の増加によりアクセントとして強調されすぎる可能性も推察される。



2.2 防食工法

かぶり厚を増加させないための防食工法は、工夫を施す部位、対策方法によって大きく5工法に分類される。その5工法は、鉄筋に防食作用を直接施す防食鉄筋使用工法、鉄筋に電位を与える電気化学的防食工法、鉄筋の代わりに連続繊維を用いる連続繊維防食工法、コンクリートに塗装を施す表面被覆工法、型枠に防食作用を施した防食型枠工法などがある。この工法を用いれば、かぶり厚が大きく必要となる腐食環境でも一般環境と同じように設計ができる。

2. 3 主桁の試設計

実際に示方書の改訂に従い設計を行った場合どれだけの重量感が増すのか検証を行った。本試設計では上部工の主桁断面だけに着目して、合成応力度の照査を行った。今回比較設計の項目として示方書(平成8年度および改訂版)、地域(海岸からの距離)、素材(鉄筋、PC鋼材および炭素繊維)を挙げ、視覚面と重量面について考察を行った。なお本試設計では炭素繊維として、硬化型と非硬化型の2種類を対象とした。表1のCFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastic)は硬化型連続炭素繊維であり、UCCF(Unresin Continuous Carbon Fiber)は非硬化型連続炭素繊維である。その結果を表1、図5、図6に示す。

表1 各条件における比較資料

橋梁名	示方書	地域	補強材・緊張材	かぶり厚 (mm)	純断面積 (cm^2)	単位長さあたりの コンクリート重量(N/cm)
A	平成8年度示方書	一般環境	鉄筋・PC鋼材	35.0	8570	210
B		飛沫帯		70.0	8570	210
C		海岸線から1.0km以上付近		71.0	8570	210
D	改訂版示方書	海岸線から0.5km付近		104	12700	311
E		海岸線から0.25km付近		144	15300	375
F		海岸線から0.1km付近		179	17500	429
G		汀線付近		231	21000	515
H		飛沫帯		255	22500	551
I		全地域		CFRP	25.0	8050
J	UCCF		25.0	7980	196	

図5は、同じ環境において、示方書の違いによる試設計を行った場合の断面比較である。ここでは環境を腐食が厳しい条件下である飛沫帯にし、比較を行った。試設計に用いたプログラムの制約上、フランジの幅を変えずに拡幅を行ったため、幾分不恰好なT形になったが、明らかにかぶり厚が増加しているのがわかる。今回は図が猥雑になるため他の環境条件における比較は載せていないが、表1からも海岸線から1.0km以内の環境では、かぶり厚の増加は避けられないものであることがわかる。

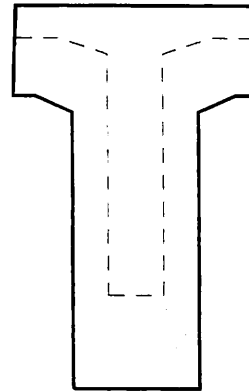


図5 示方書の違いによる断面

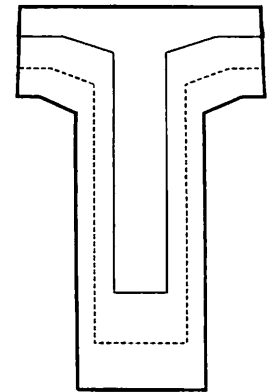


図6 工法の違いによる断面

図6では炭素繊維を用いたI、J橋と、腐食に対して何の工法も施さなかったE、H橋を比較しているが、防食工法を用いることで明らかに薄肉な断面が

実現していることがわかる。また炭素繊維を用いたI、J橋は、A橋、B橋、C橋などと比較しても視覚面での違いはあまり見受けられないが、表1から重量面での比較を見ると、単位長さあたりのコンクリート重量は約15(N/cm)ほど軽くなるのがわかる。また表1から、コンクリート重量が最も重い橋梁H橋と最も軽い非硬化型連続炭素繊維を用いたJ橋を比較すると、単位長さあたりのコンクリート重量は約2.8倍もの違いになる。上部構造の主桁重量がこれほどまでに変化すると、その自重を支える下部構造も重量感溢れる設計になり、設計の自由度は当然下がるものと考えられる。

3. 結論

本研究で行った試設計は主桁の断面に関する照査であり、示方書の改訂にともない主桁も大幅に断面が増加することが実証された。今後、プレストレストコンクリート橋は増加するであろうが、従来どおりの工法ではかぶり厚が増加したとき、設計の自由度は低下し、それにともない下部工も大幅に大型化する必要が生じる。今回一例で、鉄筋に炭素繊維を用いた試設計を行い、防食工法は、かぶり厚低減のための有効な手段であることが実証された。今後、下部工を対象とした試設計や、施工性・経済性などを含めた様々な面での検証が重要である。