

# 河川改修に伴う橋梁計画の問題点とその解決策について

新垣 政弥、賀数 博一、松茂良 里衣那

株式会社 沖縄建設技研（〒901-2126 沖縄県浦添市宮城三丁目7番5-103号）

キーワード：性能規定、余裕高、計画高水位、アカウントビリティ

## 1. はじめに

我が国における設計は、過去の経験や事例を基礎とした技術基準を用いる「仕様設計」が主となっている。しかしながら、仕様設計では画一的な設計となり、近年は、「性能設計」に移行しつつある。性能設計の導入によって、設計の自由度が増し、地域特性等を考慮した設計が可能となる。河川改修で例をあげると、「多自然型川づくりについて」の通達以来、多自然川づくりに関する留意事項や工法の工夫等は数多く整理され、共有されるようになってきているが、現実には課題の残る川づくりも多くみられる。したがって、性能設計の導入により、社会経済的な条件等を踏まえて、よりよい川づくりの工夫が必要とされている。

ここでは、中城湾を河口部とする河川について改修計画が立案され、それに伴う橋梁計画の問題点について性能規定を踏まえながら検討した事例を報告する。

## 2. 設計概要

当該河川は、両岸ともにブロック積擁壁で整備されており、左岸は $H=3.5\text{m}$ 、右岸は $H=2.8\text{m}$ となっている。河床幅は $B=4.0\text{m}$ で、コンクリートが打設されており、いわゆる



写真-1 現河川の氾濫状況

三面張構造となっている。既往資料により、昭和62年頃には現在の状態に整備されていることが確認できた。当時の設計は、経済性や効率性、機能性に重点を置いた仕様設計であったことが伺われる。しかし、近年の都市化により、流下能力が不足し、降雨時に、度々、氾濫する等、治水安全度が低下していることから、河川改修が予定されている。写真-1に、現河川における氾濫の状況を示す。

改修方法は、現況河床より50cm程度、掘り込み、周辺の土地利用状況を勘案のうえ、両岸、あるいは、そのどちらかに拡幅する計画となっていた。さらに、別事業により河川整備にあわせて、両岸に歩道を有する道路を建設し、親水性に配慮した環境整備も行う予定となっていた。また、これらの道路は国道と交差する計画となっており、交差点

としての機能を満たすような設計が行われた。図-1に交差点の概要を示す。

橋梁計画が立案された道路は交通量の多い国道であり、河川改修に伴い架替計画が立案された（以下、国道橋という）。しかしながら、架替計画では河川改修における計画高水位や河川管理施設等構造令（以下、河川構造令という）における桁下余裕60cm等を踏まえ検討された結果、道路計画が現地盤高より最大90cmも高くなり、周辺の土地利用を勘案すると利用の面から問題となった。図-2に交差点付近の横断面を示す。

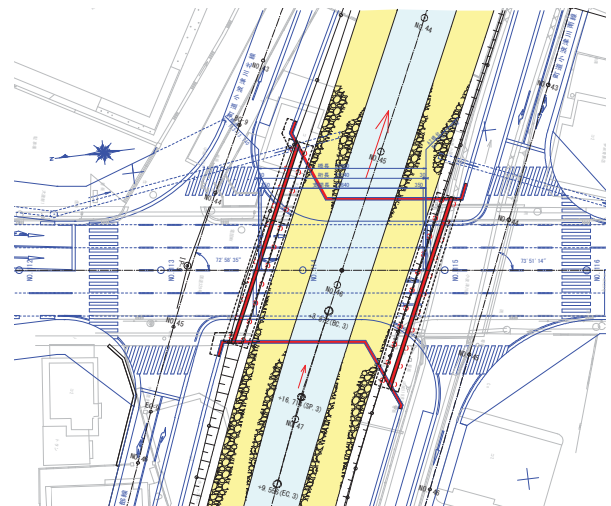


図-1 交差点の概要

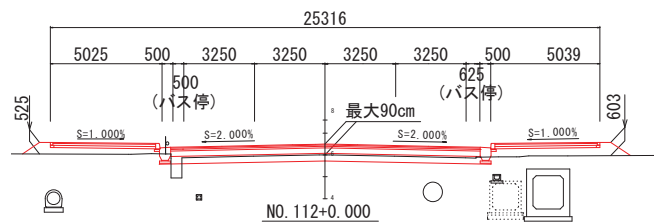


図-2 交差点付近の横断面図

今回の事例では、国道橋において、道路計画と現地盤高の高低差を縮小するように橋梁計画の見直しを行うことが目的であった。検討に当たっては、大きく分けて「河川整備における対応」と「国道整備における対応」に区分し、検討した。

### 3. 河川整備における対応

#### 3.1 河川整備における問題点とその解決策

##### (1) 問題点

現計画における当該河川の標準断面図を図-3に示す。護岸構造は親水性に配慮して、両岸とも1:2.0勾配とし、琉球石灰岩による空石張としている。断面構成は、計画高水位(以下、H.W.Lという)に加え、流木等に対処する余裕高が確保されている。H.W.Lは、将来の土地利用等を考慮した計画高水流量により設定されており、現計画では計画河床から一律2.5mの高さとなっている。余裕高は、河川構造令より計画高水流量が200 m<sup>3</sup>/s未満であることから、60cmとされている。

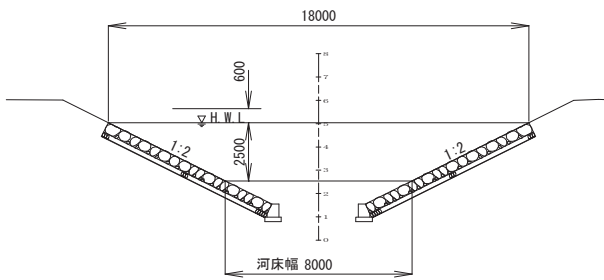


図-3 現設計における当該河川の標準断面図

図-4に、一次元解析により現河川の治水安全度を評価した結果を示す。これは、流下能力図ともよばれており、横軸には河口からの距離、縦軸にはその地点における流下能力を表している。これによると、現河川の流下能力は、国道橋より上流側約900m区間において極端に流下能力が低く、1/2年確率も満足していない状況にあった。

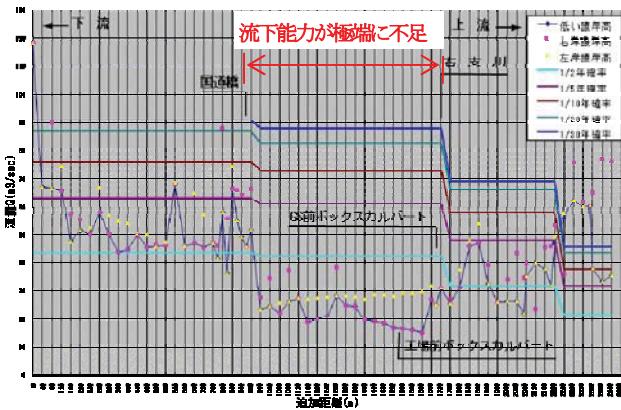


図-4 現河川の流下能力図

したがって、橋梁計画を低く設定するには、河川計画の断面構成を見直す必要があるが、どのような方法で見直すかに加え、1/2年確率も満たしていない状況から早急な治水対策が求められた。

##### (2) 解決策

河川整備における解決策の検討に当たっては、「①大臣特認制度を活用した余裕高の見直し」及び「②河川断面の変更によるH.W.Lの見直し」の2つの方法が考えられた。それらの概要は、次のとおりである。

##### ① 大臣特認制度を活用した余裕高の見直し

河川構造令第73条第4項の「大臣特認制度(以下、特認制度という)」を活用し、国道橋周辺の余裕高60cmを一定区間、見直す方法である。図-5にその概要を示す。

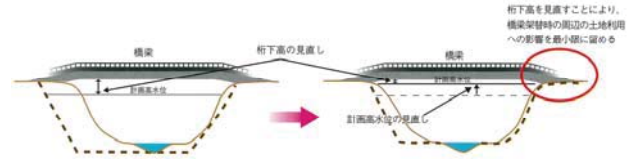


図-5 大臣特認の概要

##### ② 河川断面の変更によるH.W.Lの見直し

現計画における河川の護岸勾配を1:2.0から1:0.5等の急勾配にし、河積を広げることで流下能力を高め、H.W.Lを一定区間下げる方法である。図-6にその概要を示す。

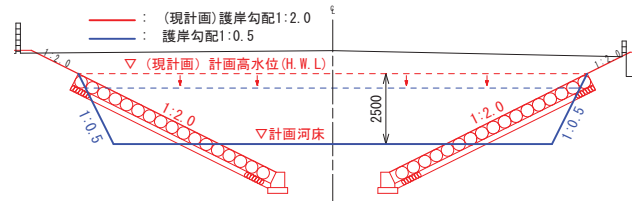


図-6 H.W.Lの検討概要図

##### ③ 解決策の選定

特認制度は、河川の特性や地域の個性が活かされた川づくりを推進するため設けられ、積極的な活用が求められているが、現時点で特認を取得した事例は、全国で福島県の十六橋水門の1例だけであり、歴史的価値の保存のため3年程度の期間を経て、取得された。余裕高に関する事例は、申請中であり、実績は無い状況にある。また、当該河川の下流域は都市化が進む一方で、上流域は、未だ自然環境が多く存在しているため、流木等の発生要因が存在する。したがって、余裕高は所定の高さが必要であり、早急な治水対策も考慮すると、特認制度の適用は困難と判断された。したがって、河川整備における解決策は、「河川断面の変更によるH.W.Lの見直し」によるものとした。

##### (3) 解決案の詳細検討

H.W.Lは計画高水流量等をインプットデータとして一次元解析の不等流計算から算出される。さらに、H.W.Lはその計算水位を包括し近似直線で設定されるものである。河川断面の変更によるH.W.Lの見直しについても、不等流計算によるものとした。主な検討条件は表-1に示すとおりである。

表-1 不等流計算の検討条件

検討条件	
平均流速公式のレベル	レベル1
計画河床勾配	i=1/240
粗度係数	n=0.03
計画高水(計画流量)	90~95 m <sup>3</sup> /sec

検討の結果、護岸勾配を 1:0.5 の急勾配にすることで、河積が広がって流下能力が向上し、現計画より国道橋の前後にて 20cm 程度 H. W. L を低く設定できることが判明した。したがって、図-7 に示すように、H. W. L の見直しを図った。また、河川構造令に準じて、余裕高 60cm を確保し、異常時に流木等が桁下高を通過できるように配慮した。

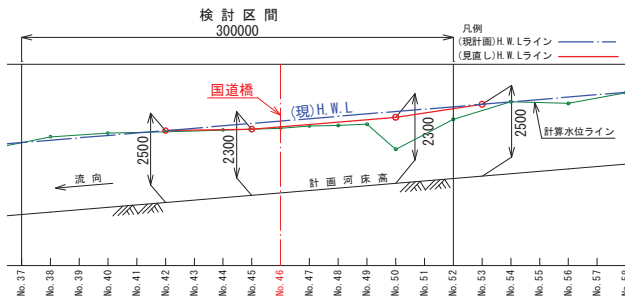


図-7 河川断面の変更による H. W. L の見直し結果

## 4. 国道整備における対応

### 4.1 橋梁上部工における問題点とその解決策

#### (1) 問題点

当該橋梁の現計画における橋梁上部工の標準断面図を図-8 に示す。表-2 には設計条件を示す。橋梁形式はプレテンション方式中空床版となっている。プレテンション方式とはプレストレスの導入法の一方式で、型枠内の桁下縁に配置した PC 鋼材をコンクリート打設前に緊張しておき、コンクリート硬化後に緊張をゆるめ、PC 鋼材とコンクリートの付着応力によってプレストレスを導入する方式である。一般に、工場製品とされている。

桁高は 1.05m、支間長は 22.84m となっていることから、桁高スパン比  $\approx 1/22$  となる。

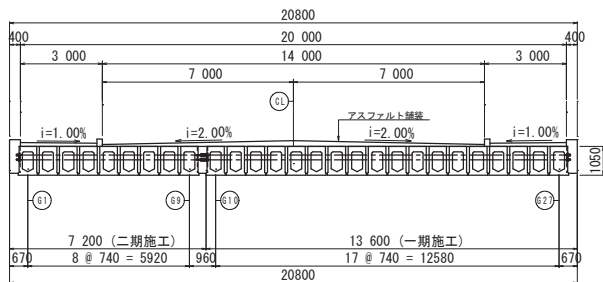


図-8 現計画における橋梁上部工の標準断面図

表-2 現設計における橋梁上部工の設計条件

橋梁形式	プレテンション方式中空床版
橋長	23.60m
桁長	23.54m
支間長	22.84m
斜角	72° 06' 38"
塩害対策区分	A-II
主桁の設計基準強度	50N/mm <sup>2</sup>

このような設計条件のもとで、如何に桁高を抑えるかが問題点であった。

#### (2) 解決策

桁高を抑える工法の検討に当たっては、必要な橋長や耐久性等の面からプレストレストコンクリート(以下、PC 桁という)による工法の中から検討した。その結果、「プレテンション方式中空床版による変断面桁」、「バイプレ工法による中空床版桁」及び「プレビーム合成桁」の 3 つの工法が考えられた。それらの概要は次のとおりである。

##### ① プレテンション方式中空床版による変断面桁

変断面桁とは橋梁の縦断勾配を放物線にして、桁高を橋台上で絞った桁である。その概要を図-9 に示す。



図-9 プレテンション方式中空床版による変断面桁の概要

プレテンション桁は工場製品であり、また、桁高が変化するため、詳細検討にあたっては型枠の転用、製作キャンバーの問題等を予め検討する必要がある。これまでの施工実績を踏まえ、桁高スパン比は 1/36~1/27 とし、桁高は 65cm~85cm(平均値 75cm)として設定した。

##### ② バイプレ工法による中空床版桁

図-10 に示すように、バイプレ工法は通常の PC 桁と同様に桁下縁に配置された引張鋼材に加えて、圧縮縁付近に圧縮鋼材(鋼棒)が配置される。この圧縮鋼材の作用により、通常の PC 桁が引張縁(桁下縁)に作用する引張応力を打ち消すのに加えて、圧縮縁(桁上縁)に作用する圧縮応力をも打ち消す。したがって、従来からのプレテンション方式中空床版と比較して桁高を低くすることが可能となる。

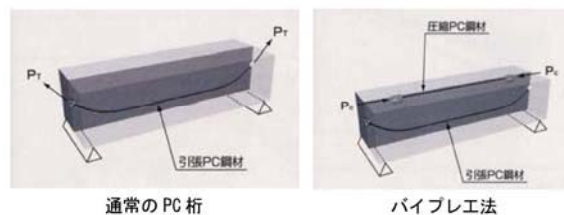


図-10 通常の PC 桁とバイプレ工法による PC 桁の概要

これまでの施工実績や塩害対策を踏まえ、桁高スパン比は 1/29 とし、桁高は 80cm とした。

##### ③ プレビーム合成桁

プレビーム合成桁は、鋼桁の下フランジをコンクリートで被覆し、そのコンクリートに圧縮プレストレストを導入して曲げ剛性を増大させた桁である。図-11 にプレビーム合成桁の概要を示す。



図-11 プレビーム合成桁の概要

これまでの施工実績や塩害対策を踏まえ、桁高スパン比及び桁高はパイプレ工法による中空床版桁の場合と同様とした。

#### ④橋梁上部工における解決策のまとめ

これまで述べた橋梁上部工における解決策をまとめると、表-3のとおりである。

表-3 橋梁上部工における解決策のまとめ

工法	桁高スパン比	桁高
プレテンション方式中空床版による変断面桁	1/36~1/27	75cm
パイプレ工法による中空床版桁	1/29	80cm
プレビーム合成桁	1/29	80cm

したがって、橋梁上部工における解決策としては、従来工法のプレテンション方式中空床版における桁高 105cmより、概ね 25cm 程度、桁高を抑えることが可能と考える。

上記の他、主桁のコンクリート設計基準強度の高強度化(60~80N/mm<sup>2</sup>)やバチ部の縮小化等の対応により桁高を抑えることも考えられる。

## 4.2 道路縦断計画における問題点とその解決策

### (1)問題点

表-4に設計条件を、図-12に現計画における当該道路の縦断計画の概要図を示す。縦断計画における着目点は縦断曲線長であり、これを順守のうえ、区間距離を長くすることで滑らかな縦断計画としている。

表-4 道路縦断計画における設計条件

道路規格	第3種第2級
設計速度	60km/h
縦断勾配	5%以下、2.5%以下(交差点)
縦断曲線長	50m以上

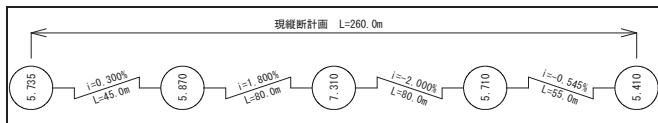


図-12 現設計における当該道路の縦断計画の概要

しかしながら、区間距離が長いため、影響範囲が大きく、それに伴い道路計画と現地盤高との高低差が大きくなっている状況にあった。このような状況の下で、如何に道路計画を低くするかが問題点であった。

### (2)解決策

縦断曲線長を連続して設置することで、影響範囲を小さくし、道路計画と現地盤高との高低差を小さくするように配慮した。図-13に道路縦断計画の変更案の概要を示す。

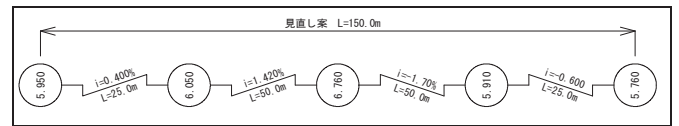


図-13 道路縦断計画の変更案の概要

さらに、歩道の形式はセミフラットタイプを提案した。これらの対応により、道路縦断計画における解決策としては、概ね 10cm 程度、低くすることが可能と考える。

## 5. 検討結果のまとめ

河川整備における対応及び国道整備における対応について、その概要と検討結果をまとめると、表-5のとおりである。

表-5 検討結果のまとめ

	河川整備における対応	国道整備における対応	
対応策の概要	河積を広くすることで、計画高水位を低く設定し対応。	橋梁上部工においてパイプレ工法等の採用により対応。	道路縦断計画において影響範囲の縮小等によって対応。
検討結果	20cm 縮小	25cm 縮小	10cm 縮小
合計値	0.20m+0.25m+0.10m=0.55m		

これらの対応により、道路端部において道路計画高と現地盤高との高低差をほぼ解消することができた。図-14に検討結果を踏まえた交差点付近の横断面を示す。

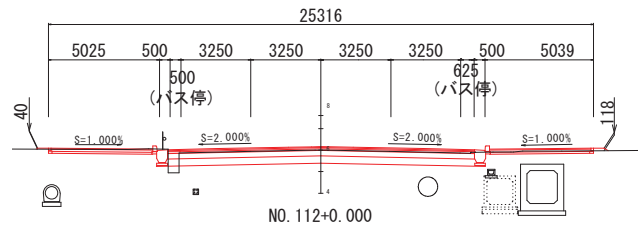


図-14 検討結果を踏まえた交差点付近の横断面図

## 6. おわりに

これまで、改修が予定されている河川における橋梁計画は、河川構造令を踏まえ、計画高水流量に応じて適切な桁下余裕を設定してきた。今後は、将来の土地利用、流木等の河積を阻害するものの発生源の有無、景観等に留意したうえで、大臣特認制度の積極的な活用が望まれるであろう。また、河川改修に伴う橋梁計画を立案することは、地元住民に対するアカウントビリティを果たすうえでも重要と思われる。

### 参考文献

- 1) 建設省河川砂防技術基準(案)同解説書, 1997年10月
- 2) 川の営みを活かした川づくり, 2008年8月
- 3) パイプレプレストレッシング工法協会パンフレット
- 4) プレビーム振興会 HP (<http://www.prebeam.jp/>)