

天草五橋について

たなかくによし
田中 国喜*

1. はじめに

天草の乱など歴史上で有名な殉教の島天草諸島は熊本県西方海上に連なる離島で、大矢野島、上島、下島の三大島のほか、大小 220 余の島々からなり、気候温暖、風光明媚な環境によって雲仙天草国立公園の 1 角を占めている。中でも架橋地点の天草松島は日本 3 大松島とうたわれるほどで、その景観は一幅の絵のようである。

この天草諸島は古くから水産、鉱産など天然資源に恵まれ、入江では真珠の養殖が行なわれ、農業面でも果樹、園芸、そ菜栽培などに適した好条件を備えている。しかし、離島であるがために道路による交通不能に悩み、あらゆる面においての発展が阻害されてきた。これら離島と九州本土とを地続きにし、この離島に産業経済の発展を促し、生活の向上を計ることが島民にとって永年の悲願であった。その努力が実って昭和 29 年に熊本県が架橋の必要性を認め、調査を開始した。その後昭和 31 年日本道路公団の発足により熊本県から調査を引き継ぎ、昭和 37 年 8 月三角町に工事事務所が設けられた。それから約 1 年間橋の構造型式の比較検討や、海中工事の安全性の検討などの詳細な調査を行ない、昭和 38 年 10 月総工費 22 億 4 千万円で本格的な工事が始まった。(最終的には 24 億 1 千万円)

2. 路線と橋の構造型式

天草五橋は図-1 の略図に示すように熊本県の三角町から大矢野島を経て天草上島までを五つの橋で結んだ路線の総称であり、国道 57 号から三角町で分岐して、大矢野島に天門橋で渡り、登立を経て大矢野島を縦断し、大矢野橋、中の橋、前島橋および松島橋を経て松島町に至る総延長 17.5 km の区間をいう。この区間のうち公団施工の有料道路部分は国道 57 号より天門橋までの区間と、大矢野橋より松島橋までの区間に 2 分され、延長は 4,230 m であり、その他の区間は公共事業で県により施工されたものである。次に構造型式と工法の概略を天門橋よ

り順に述べる。まず天門橋は図-2 に示すように 3 径間連続トラス橋であり、この型式の橋としては世界第 1 位の規模のものである。使用した鋼材の 70% は高張力鋼

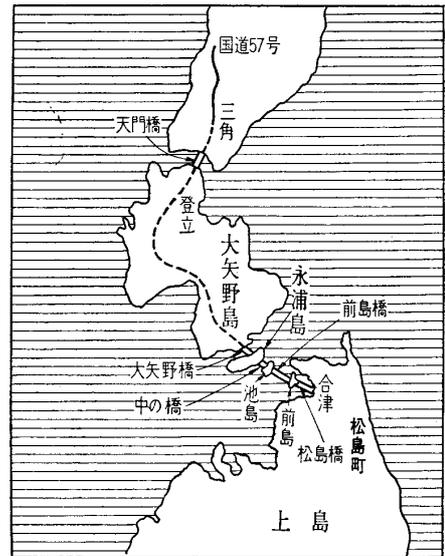


図-1 路線略図

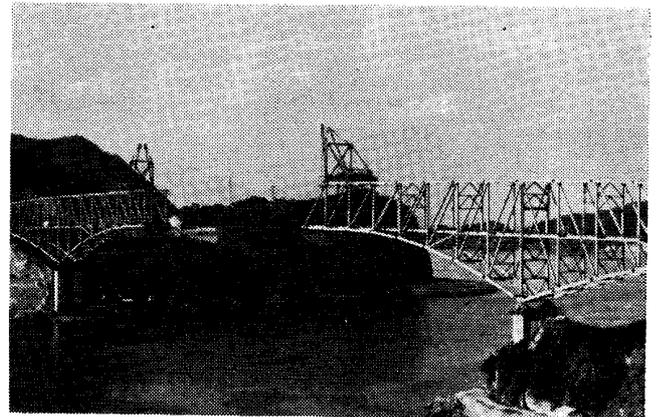


写真-1 天門橋(1号橋)架設中

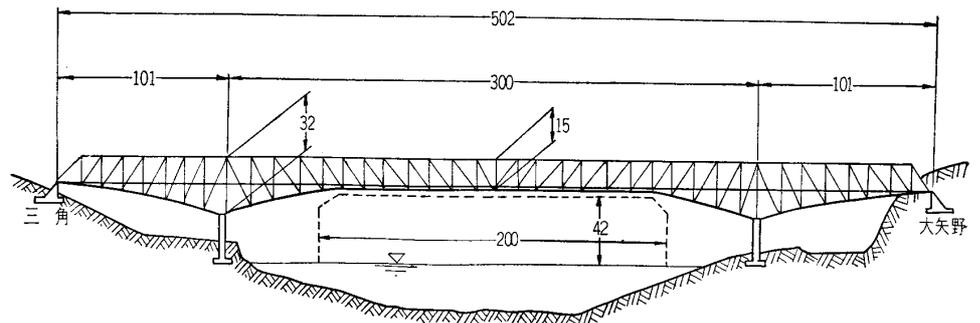


図-2 天門橋(1号橋)

* 日本道路公団福岡支社北九州バイパス工事事務所

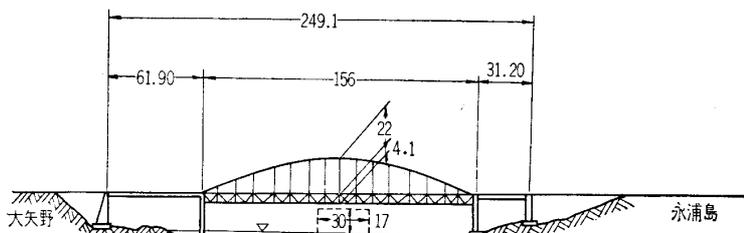


図-3 大矢野橋 (2号橋)

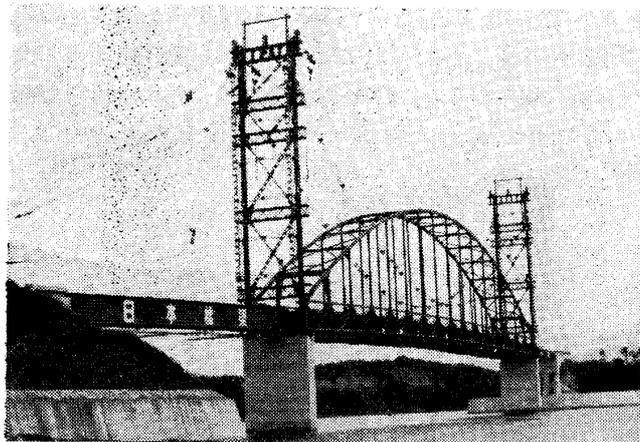


写真-2 大矢野橋 (2号橋) 架設中

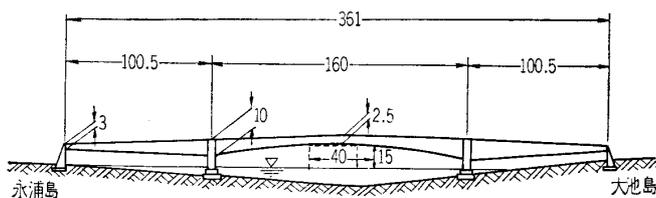


図-4 中の橋 (3号橋)



写真-3 中の橋 (3号橋) 架設中

で、添接は高張力ボルトを使用した。ケタ下空間は 42 m で 1 万トン級の船舶の航行が可能である。架設は側径間を支保工により行ない、中央径間は両橋脚よりトラベラークレーンにより張出し中央で閉合させるカンチレバー工法を採用した。

大矢野橋は図-3 に示すように側径間が活荷重合成ケタ、中央径間はランガートラス橋である。この橋もこの種の橋では日本最長の規模のものであり、架設は

ケーブルクレーンにより大矢野島側合成ケタ、永浦島側合成ケタ、ついで中央のランガートラスの順に行なった。鋼材は天門橋と同じくほとんど高張力鋼を使用した。

中の橋は図-4 に示すように支間中央にヒンジを有する 3 径間連続 P C ラーメン橋であり、架設はディビダグ工法により施工した。この種の橋では架設当初はドイツのベンドルフ橋 (支間 208 m) について世界 2 位の規模であった (昭和 42 年 3 月佐賀県の呼子と名護屋間にかかった名護屋大橋は、中央支間が 167 m のディビダグ工法による橋である)。この橋の特徴の一つとして直径 33 mm 非対称ネジの P C 鋼棒を使用した。この種の P C 鋼棒を橋に使用したのはわが国で初めてであった。

前島橋は図-5 に示すように中の橋と同じディビダグ工法による支間中央にヒンジを有する 5 径間連続 P C ラーメン橋である。この橋も架設当初はベンドルフ橋、中の橋、メッドウェイ橋 (イングランド) について世界第 4 位の規模のものであった。なお中の橋、前島橋のコンクリートや諸機械の運搬はケーブルクレーンにより行なった。

松島橋は図-6 に示すようにパイプアーチ橋である。パイプの直径が 185 cm もあり、この種の橋では日本最長の規模のものである。架設は大矢野橋と同じケーブルクレーンにより施工した。

大矢野橋、中の橋、前島橋の橋脚基礎は海底の岩を平らに掘削し、その位置に鋼支保ワクを設置してこの鋼支保ワクをもとにプレパクトコンクリートを多段式に打設し、築造した。天門橋と松島橋の橋脚基礎は陸上における直接基礎である。

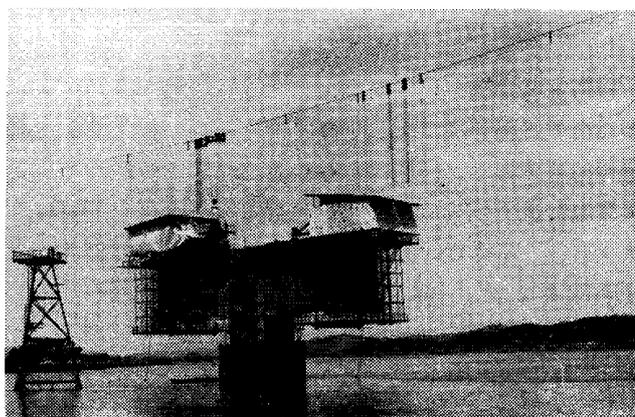


写真-4 前島橋 (4号橋) 架設中

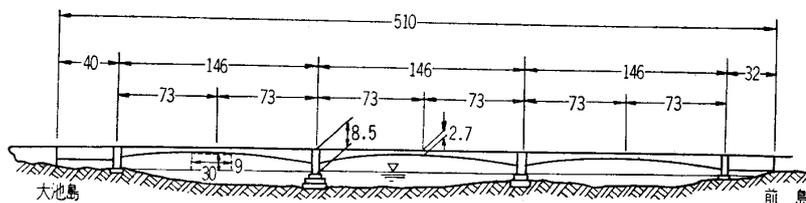


図-5 前島橋 (4号橋)

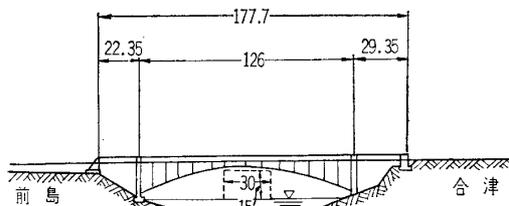


図-6 松島橋（5号橋）

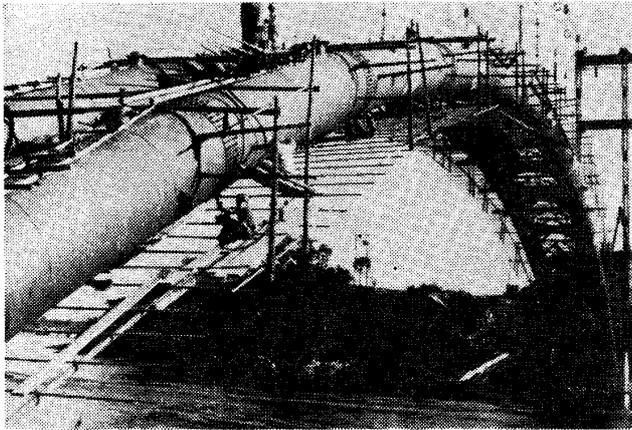


写真-5 松島橋（5号橋）架設中

3. 施工上の苦勞

本橋は全橋を通じて規模が大きく、しかも離島での海中、海上工事という特殊性により、いろいろ困難な事態に遭遇した。以下そのいくつかをあげてみよう。

3.1 水に苦勞したこと

工事現場である離島では井戸によりやっと飲料を満たす水しか得られず、中の橋、前島橋、松島橋の工事用水は約 20 km 離れた三角港から海上輸送せざるを得なかった。そのため輸送費やその他の手間費により、水 1 m³ 当たり 400 円の経費を要し、一滴たりともむだにできない貴重な工事材料となった。コンクリート養生にこのような高価な水をふんだんに使用するわけにはいかず、といって養生をおろそかにもできないため、中の橋と前島橋のコンクリート養生はサランラテックスにより被膜を作り、その上にぬれむしろをおおうという苦肉の策を講じた。島には水ソウを設けて水を貯水し工事の潤滑化を計った。余談になるが昭和 41 年夏三角町民 1,300 名が赤痢にかかるという全く予期しない事件が起きたが、原因は町当局の水道管理に対する不手際があったともいわれている。おかげでわれわれの事務所でも半数以上のリ（罹）病者を出し大騒動となったが、今となればなつかしい思い出でもある。

3.2 海中岩掘削で苦勞したこと

海中に立つ橋脚の基礎を築造するに先だち海底ならしをしたが、そのための岩盤掘削は水中発破により行なった。しかし潮流と干満差のため、ボーリング機械の位置が定めにくく、発破を詰める孔をまっすぐに規定の深さに掘進することがむずかしく、ロッドが曲がってネジが

すりへりロッドを海中に落とし、これを探すのに苦勞したこともあった。また、海底の岩盤掘削の状態を確認する方法は水中カメラによったが、海水が澄んでいてならしの状態がうまく撮影できた。

3.3 天門橋の架設で心配したこと

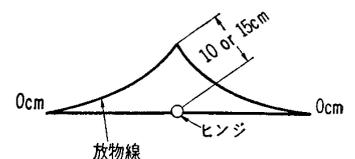
天門橋の中央径間の架設は両側の橋脚からカンチレバーエレクションにより張出した双方のトラスを中央で閉合される方法を採用したが、従来このような張出し工法による長大橋架設の実例がないため、たいへん苦心した。万一閉合部においてのくい違い量が許容値を上まわってもトラス全体を動かして、その誤差をある程度調整できる装置を設置した。しかし、なるべくこのような事態が起きないように架設作業に対する施工管理はもちろん、部材 1 本 1 本の製作にも細心の注意を払い、閉合誤差を最少におさえるように努めた。その結果鉛直方向および橋軸直角方向の許容誤差 ± 50 mm に対して、鉛直方向誤差が 9.5 mm 橋軸直角方向誤差が 1.5 mm という好精度で閉合することができた。

3.4 台風 15 号来襲で心配したこと

橋の架設に当たって風の影響が懸念されたが、大矢野橋がその架設の最盛期の昭和 40 年 8 月 6 日午前 5 時 30 分台風 15 号による最大風速 50 m/sec の風に見舞われた。幸いにしてできるかぎりの対策を講じていたために何らの被害も受けなかったが職員一同大いに肝を冷やしたものであった。

3.5 PC 橋の上げ越しで心配したこと

中の橋、前島橋の上げ越しの計算に用いた諸数値はケタ全体の平均値として、クリープ係数 $\varphi=2$ 、乾燥収縮 $\epsilon_s=15 \times 10^{-5}$ 、リラクゼーション $\eta=3\%$ 、コンクリートの弾性係数 $E_c=3.5 \times 10^5$ kg/cm² と仮定した。しかし、本橋のように施工時期が長い場合、ケタのつけ根付近と、ケタの先端付近とはだいぶ材令が異なり、クリープ係数や乾燥収縮も当然異なるはずである。それで完成後のケタの変形が懸念されたが、4 ヶ月ごとにクリープ変形の測定を行っており、ケタ完成後約 1 年 4 ヶ月たった今日のクリープ変形量は上げ越し計算値の 70~80% のたれ下がりを示しており、上げ越しは満足すべきものであったと思っている。なお、中央ヒンジの位置において中の橋で 15 cm、前島橋で 10 cm、各橋の橋脚中心線上で 0 cm となるような放物線で余分の上げ越しを行なっている。この余分の上げ越しを美観上の上げ越しと呼んでいるがこれは日中に日照の影響でケタがたれ下がるということや、過去のこの種の橋に見られるような中央ヒンジ位置でのたれ下がりを防ぐためのものである。



3.6 PC 橋における諸実験について

中の橋、前島橋のPC橋はわが国で前例のない大規模の工事であるため、設計施工上予想される問題点については、つとめて模型実験や試験を行ない、構造物の安全性の確認や、設計施工上の参考とした。ページ数の関係上以下に実施した実験の項目のみを列挙する。

(1) PC鋼材耐食試験、(2) PC鋼棒付属品の試験、(3) 定着体強さ試験、(4) クイ頭部を含むケタの模型試験、(5) プレストレスによる応力分布に関する試験、(6) 地震時挙動の計算、(7) 振動実験、(8) コンクリート温度測定、(9) PC鋼棒の打撃効の試験、(10) グラウト注入試験、(11) 静的タワミ試験、(12) クリープ変形の測定、(13) コンクリート打設試験

4. む す び

天草五橋は九州横断道路と一連の国際観光ルートとして脚光を浴びており、自動車通過台数も架橋時の予想通過台数をはるかに上まわっている。地元の人達はこの天草五橋を「天草パールライン」の愛称で呼んでいるが、現在島々には観光ホテル、国民宿舎、自然植物園、ゴルフ場などが建設され、島全体が活気にあふれている。われわれ架橋に従事したのにとって島民にこのように熱愛され利用されている橋を見るとき、感慨ひとしおのものがある。同時に用地問題などの二次的なわずらわしさがなく純技術に徹することができたのは技術者ミョウ利につきて思っている。多くのかたがたにこの橋を見ていただいているいろいろな角度からのご批判をお願いして、拙文を終えるものである。 (原稿受付1967.12.11)

研究報告書

『土のセン断試験法に関する基礎的研究』の発売について

土質工学会のセン断試験法委員会では、数年にわたって直接セン断試験と三軸圧縮試験を中心とした基礎的研究を進めてきました。ここに、ようやく砂のセン断に関してある程度の成果が得られましたので、小冊子として発刊することになりました。

その内容は、多数の機関のご協力による一斉試験の結果や考察、直接セン断試験と三軸圧縮試験の関係、そして、それらに影響をおよぼす因子の関係などをまとめたもので、次の六つの章から構成されております。

- 第1章 まえがき
- 第2章 砂のセン断試験の一斉試験結果
- 第3章 影響要因についての研究
- 第4章 計測器について
- 第5章 標準供試体作成のための基礎研究
- 第6章 各章の要約

ご入用の方は、発行部数に限りがありますので早めに下記の要領でお申込みください。

記

定 価： 800 円

申 込 み 先： 東京都港区西新橋 1-13-5 東亜別館内
社団法人 土質工学会

tel. 東京 (502) 6256~8

振替口座 東京 40786