

# 耐震補強におけるコスト縮減策

熊本河川国道事務所 道路管理第二課

島 義博

中村大志

## 1. はじめに

緑川橋は、上り線が昭和 51 年、下り線が昭和 63 年に建設された河川を渡河する橋梁であり現行基準に示された耐震性能を満足していないこと、および主要幹線道路を構成する重要構造物であることから、緊急輸送路確保の観点からも既設橋脚の早急な耐震補強の実施が求められてきたところである。

しかしながら、従来実施されてきた橋脚の耐震補強は、既設橋脚の耐力およびじん性の向上を目的とした、RC 巻き立て工法や鋼板巻き立て工法が用いられており、橋脚柱を基部から天端まで補強する工法であることから、本橋のように河川内の橋脚を補強しようとする場合には、栈橋工、締切工等の仮設構造物が必要となり、そのため必要工費が増大し、事業遂行の妨げとなっていた。

そのため、河川内橋脚の耐震補強においては大規模な仮設構造物を用いなくて、橋脚の耐震補強を可能とする技術の開発が望まれてきたが、緑川橋において新技術・新工法である「PC & PA 工法」を用いることにより、大幅なコスト縮減を図ることができた。

ここに、新技術・新工法である「PC & PA 工法」による緑川橋の耐震補強設計について報告するものである。

## 2. 緑川橋諸元

橋梁名：緑川橋

路線名：国道 3 号

位置：熊本県下益城郡富合町

型式：上部工 3 径間連続鈹桁橋 + 2 径間連続鈹桁橋

支間割

上り線：(49.05+59.00+48.85)+(48.85+48.85)=254.60m

下り線：(51.40+59.00+48.90)+(48.80+50.30)=258.4m

下部工 A1：控え壁式橋台（杭基礎）

A2：逆 T 式橋台（杭基礎）

P1：壁式橋脚（鋼管井筒基礎、杭基礎） P2～P4：壁式橋脚（杭基礎）



図 - 2.1 位置図

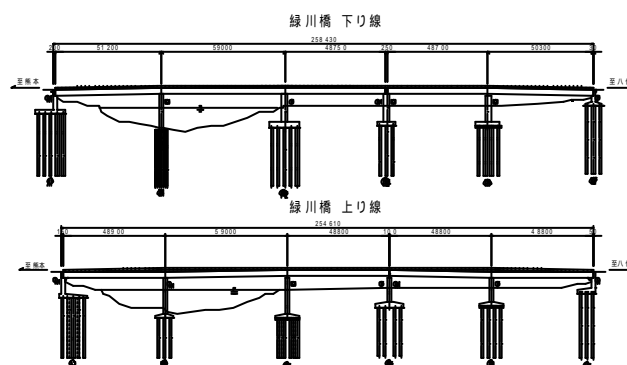


図 - 2.2 緑川橋一般図

## 3. 現況耐力照査

既設橋脚の現況耐力照査は、従来静的な照査方法である保有水平耐力法で行われるのが一般的で

あったが、緑川橋においてはより合理的な照査方法である非線形動的解析によるものとした。

現況耐力は上り線、下り線の建設年度の違いからそれぞれ異なった状況であった。

表 - 1 現況耐力照査結果一覧表

		P1 橋脚		P2 橋脚		P3 橋脚		P4 橋脚	
下り線	橋軸方向	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力
	直角方向	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力
上り線	橋軸方向	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力
	直角方向	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力	曲げ耐力	せん断耐力

上記現況耐力照査の結果、上り線においては P 1、P 2 橋脚の橋軸直角方向のせん断耐力および P 3、P 4 橋脚の橋軸方向曲げ耐力、下り線においては P 2 橋脚の橋軸方向曲げ耐力が所定の耐震耐力を満足しないことが確認できた。

#### 4. 補強工法の検討

##### 4.1 従来工法による補強

従来工法による補強は、緑川橋の橋脚は河川内構造物であることから、流木等の衝突に対する保護工を併用した、RC 巻き立て工法により計画を行った。

なお、RC 巻き立て工法により補強を行うためには、橋脚周りの土砂を掘削により取り除かなくてはならないが、P 1、P 2 橋脚は水中施工となるため締切工を計画する必要がある。

従来工法による施工工種は、以下のとおりである。

- ・橋脚 RC 巻き立て工：5 基
- ・鋼製浮き函体締切工：1 基（上り線 P 1）
- ・鋼矢板一重締切工：2 基（上り線、下り線 P 2）
- ・仮栈橋：1 式

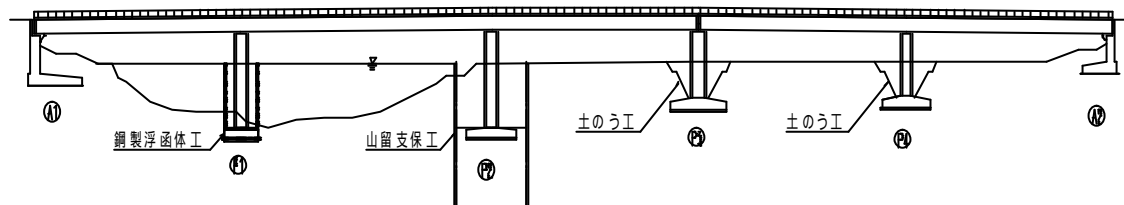


図 - 4.1 従来工法施工要領

##### 4.2 支承取替え工法による補強

前述の従来工法による補強は、仮設構造物の規模が大きくなることから、河川内橋脚の補強を必要としない方法として、支承取替え工法による補強の計画を行った。

この工法は、上り線 P 1、P 2 橋脚の既設支承（支承板支障）をすべり支承に取り替え、さらに下り線はダンパーを設置することにより、上部工からの地震力を受け流す効果および地震力の減衰効果を期待する方法である。

このことにより、河川内橋脚である上り線 P 1、P 2 橋脚および下り線 P 2 橋脚の補強を不要とすることができるが、上り線 P 3、P 4 橋脚については減衰効果が期待できないため、RC 巻き立て工法による橋脚の補強を行う計画とした。

支取替え工法による施工工種は、以下のとおりである。

- ・橋脚 R C 巻き立て工：2 基
- ・支取替え工：2 基（上り線 P 1、P 2）
- ・ダンパー設置工：7 基（下り線）
- ・足場工：1 式

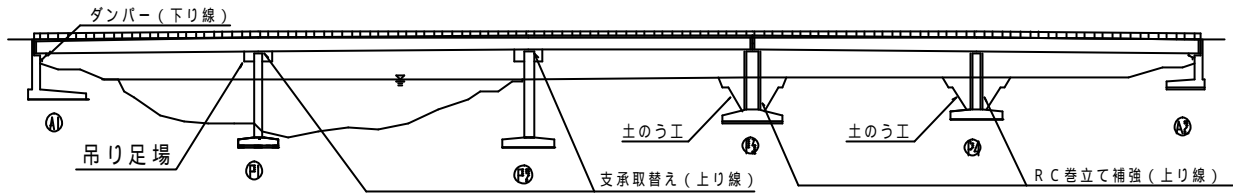


図 - 4.2 支取替え工法施工要領図

#### 4.3 新技術・新工法（P C & P A 工法）による補強

さらに、新技術・新工法である「P C & P A 工法」による補強の計画を行った。

なお、P C & P A 工法は概ね以下の特徴を有する工法である。

##### 1) P C & P A 工法概要

従来の橋脚耐震補強は、橋脚の耐力およびじん性の向上を図ることによって、所定の耐震耐力を満足することを目的として行われるが、P C & P A 工法では各橋台、橋脚の頂部を P C 鋼材で連結し、地震時の橋脚の変形が過大とならないよう制御することにより、橋梁全体の耐震性能を向上させるものであり、従来の工法が耐力補強型であるのに対し、変形制御型というべき工法である。

##### 2) P C & P A 工法の特徴

P C & P A 工法の特徴は以下のとおりである。

橋脚本体の補強を必要としない。

基礎工の補強をほとんど必要としない。

大規模な仮設構造物を必要としない。

したがって、特に河川内橋脚において

は大幅な工費の縮減、工期の短縮が可能である。

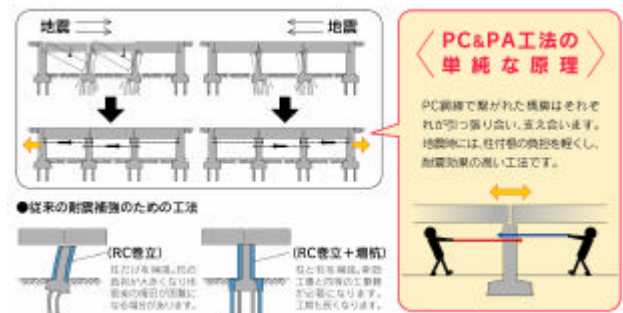


図 - 4.3 P C & P A 工法概念図

しかしながら、P C & P A 工法は主に橋軸方向に対する補強を想定したものであり、緑川橋のように橋脚の橋軸直角方向に対して補強するためには、P C 鋼材の平面配置形状をたすき状とする必要があるが、その効果については以下の課題を解決する必要がある。

橋軸直角方向に対する補強効果を発揮するためには、たすき状に配置した P C 鋼材の橋軸直角方向分力が大きい方が効果的である。このことは、支間長・幅員比（ $L / B$ ）が小さいほど効果的であることを示している。

なお、P C 鋼材をたすき状に配置し、橋軸直角方向補強を行った検討例が 1 橋あるが、検討例における支間長・幅員比は  $L / B = 20.0 / 9.0 = 2.2$  であるのに対し、緑川橋における支間長・幅員比は  $L / B = 59.0 / 12.0 = 4.4$  と大きいため、たすき状配置の効果が十分期待できない状況であった。

この問題を解決するために、緑川橋では上下線橋脚の頂部を H 鋼材で連結し、上下線橋脚を一体化することで支間長・幅員比を小さくする方法を採用することとした。その結果、支間長・幅員比は  $L / B = 59.0 / 31.1 = 1.9$  と小さくなり、所定の補強効果を得ることができた。

PC & PA工法による施工工種は、以下のとおりである。

- ・ PC鋼材による補強工：20組
- ・ 吊足場工：一式
- ・ ブラケット足場工：4基
- ・ 枠組足場工：8基

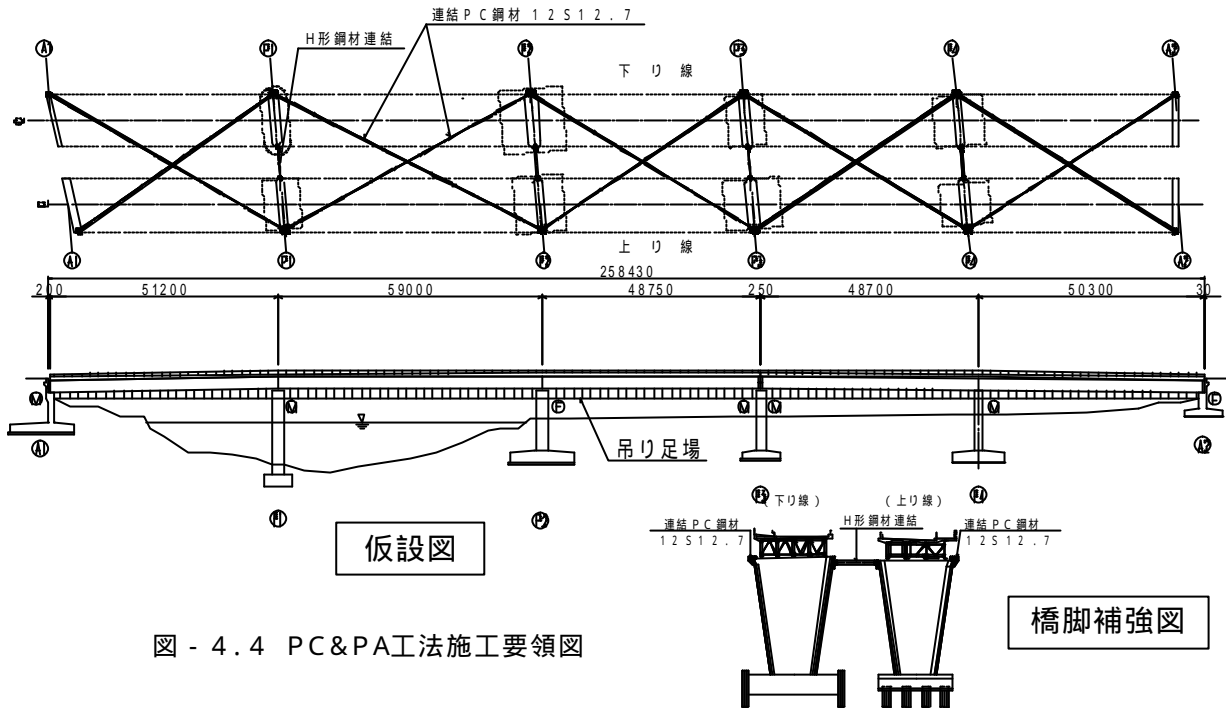


図 - 4.4 PC&PA工法施工要領図

### 5. 各工法のコスト比較

従来工法による耐震補強においては、締切工等の仮設費が総工事費の大半（約 77%）を占めており、大規模な仮設工を必要としない支承取替え工法およびPC & PA工法による耐震補強を採用することで、大幅なコスト縮減を図ることが可能となる。

緑川橋では、このうち最もコスト縮減効果の大きいPC & PA工法を実施案として採用することとした。

表 - 5.1 直接工事費比較表

単位：百万円

直接工事費	従来工法		支承取替え工法		PC & PA工法	
	RC巻き立て工	66	RC巻き立て工	34	PC鋼材補強工	64
浮き函体締切工	240	支承取替え工	18	吊足場工	40	
矢板締切工	99	ダンプ設置工	76	ブラケット足場工	1	
栈橋工	40	足場工	1	枠組足場工	2	
掘削工	48	掘削工	27			
合計	493		156		107	
比率	4.61		1.46		1.00	

### 6. おわりに

緑川橋においてはPC & PA工法を採用することで、従来工法に比べ 386 百万円（78%）のコスト縮減を図ることができた。

今後も、河川橋梁を対象とした耐震補強が求められることとなるが、従来工法で対応する場合には栈橋工、締切工等の仮設費が必要となり、そのため事業の遂行が困難となることも想定される。

その場合、PC & PA工法等の新技术・新工法を活用することで工費の縮減を図り、より効率的に事業を推進することが可能となるものとする。