

供用中PC箱桁橋のゲルバー改良 (ゲルバー定着部の再緊張工法の開発)

首都高速道路(株)		○坂本	豊
首都高速道路(株)		成沢	光弘
川田建設(株)	正会員	岩瀬	祐二
神鋼鋼線工業(株)	正会員	細居	清剛

1. はじめに

ゲルバー構造 (図-1) を有するプレストレストコンクリート橋 (以下ゲルバーPC橋) は、単純桁のような静定構造でありながら連続桁相当の桁高支間比で計画できることから、桁下空間の確保や道路交差部の橋脚間隔確保などの観点より、現地条件を考慮した計画が行いやすく、昭和40年代に多く採用された構造である。

この間、車両の大型化や交通量の増加により過酷な状況下におかれ、ゲルバー部 (写真-1) には、支承の腐食損傷 (写真-2) や切欠き部のひび割れ損傷 (写真-3) が見られることが多いが、箱桁の場合はゲルバー部が狭隘なことから支承部の点検や取替えが困難であり、維持管理性に課題があった。

図-2に示すゲルバーPC箱桁橋には、ゲルバー部の支承の損傷および受台部のひび割れ損傷が確認されており、補修方法の検討とともに抜本的な対策となるゲルバー部の構造改良に向けて、当該橋梁での工事実施を想定した工法の技術開発を行った。

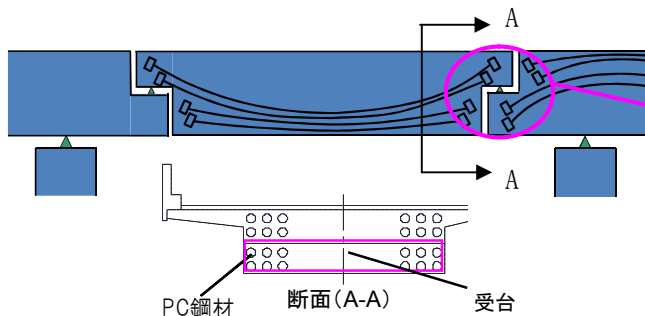


図-1 ゲルバーPC箱桁構造



写真-1 ゲルバー構造



写真-2 支承損傷事例 (当該箇所)



写真-3 受台損傷 (他工事の例)

2. ゲルバー改良工法

改良対象は、連続PCラーメン箱桁橋である。前後2連の連続ラーメン箱桁を受桁としてその間に単純箱桁が吊桁として配置されている。ゲルバー部の改良は受け台および損傷した支承を撤去することを基本として、現場および構造条件により3箇所のゲルバー部をそれぞれ連続化、フルウェブ化および再構築することとした。(図-2)

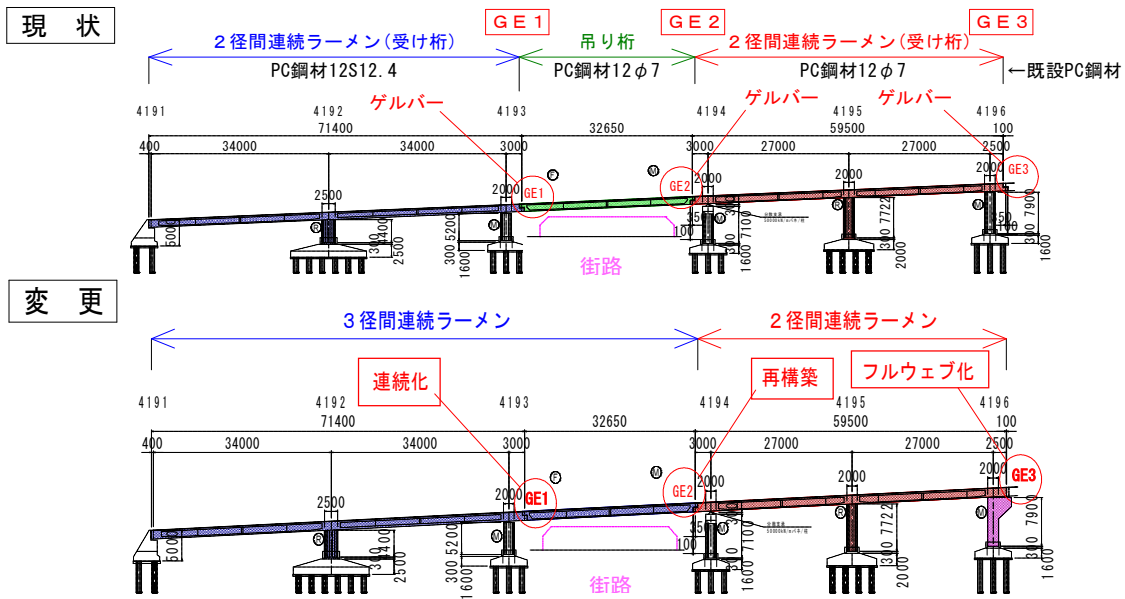


図-2 改良前後のゲルバー構造

以下に施工概要を示す。

1) 連続化

主桁を外ケーブルなどで連続化することで、耐震性および維持管理性に優れるため、3工法中最も優位な工法である。ただし、不静定力が増加し伸縮装置の遊間や橋脚耐力への影響から連続化径間数には限界がある。(図-3)

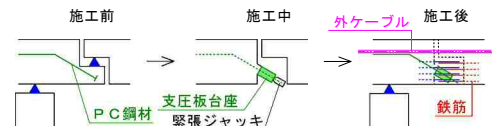


図-3 連続化の施工ステップ

2) フルウェーブ化

受桁構造をなくし主桁をフルウェーブ化し、掛違いとすが、橋脚の改良が必要となる。(図-4)

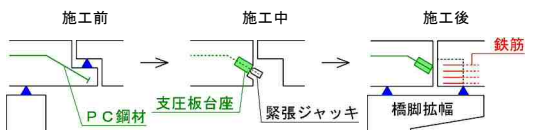


図-4 フルウェーブ化の施工ステップ

3) 再構築

受台を一旦撤去し、支承取替えおよび受桁撤去・再構築を行う工法である。(図-5)

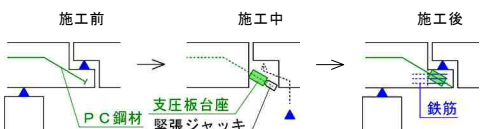


図-5 再構築の施工ステップ

3. 再緊張工法の開発

各ゲルバー部の構造改良において、受台を撤去するには、受台の既設PC定着部をはつり出し、PC鋼材を切断することになるため、構造に影響ない範囲で鋼材を切断し再緊張を行うこととした。車両走行に耐えうるプレストレスを維持するため、1列(上下2本分)ごとにはつり出し、緊張力解放・再緊張を桁側面の端部から順に繰り返すこととした。(図-6)

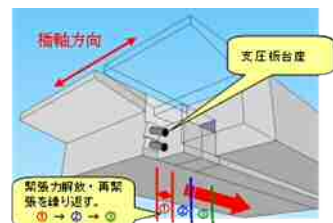


図-6 緊張力解放・再緊張の概念図

狭隘部での再緊張は、シース内で束状になった素線を筒状鋼管の支圧板台座を用いて放射状に振り分けることで、作業空間を取らない短尺のシングルストランド用ジャッキの適用が可能となる。また、PC鋼材が緩んでいた場合に1本ずつ緊張することで緊張力を修正することが可能となる。(図-7)

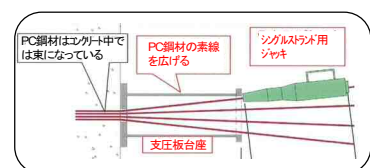


図-7 支圧板台座を用いた再緊張工法

3. 1 構造詳細

再緊張に用いる支圧板台座の要求性能として、①マルチストランドの12本素線を1本ずつに振り分ける性能と②各素線を所定の緊張力で引張りシングルストランドくさび定着具にて確実に固定させ緊張力を維持する性能の2つが求められる。そのため、支圧板台座の仕様は、リブ付の鋼管形状とし台座背面には多孔支圧板を有する構造としている。再緊張時の空間を小さくするため、支圧板台座はできるだけ短尺化することが望ましいが、PC鋼材を多孔支圧板へ挿入する施工性とジャッキの作業性を考慮し定着角は7°とした。(表-1, 図-8, 図-9, 図-10)

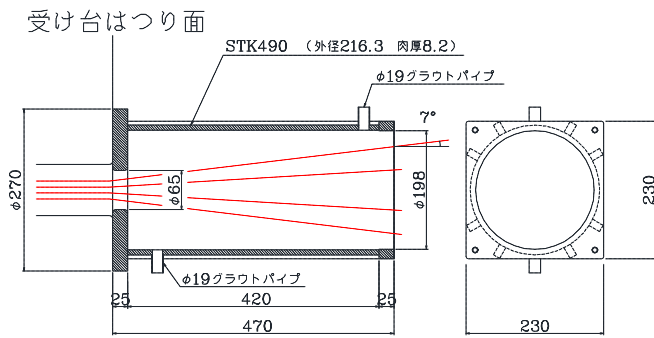


図-8 支圧板台座 (12S12.4mm 用)

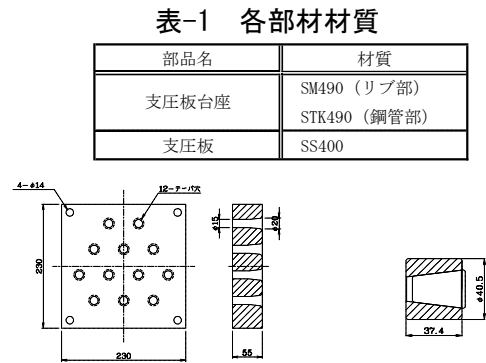


図-9 多孔支圧板 (12S12.4mm 用)

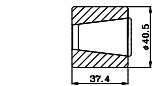


図-10 定着具 (12S12.4mm 用)

表-1 各部材材質

部品名	材質
支圧板台座	SM490 (リブ部) STK490 (鋼管部)
支圧板	SS400

3. 2 性能確認試験

当該部の既設PC鋼材は12S12.4と12φ7があり、それぞれ定着角を7°として定着効率、支圧板台座の耐荷性の確認を行い、支圧板台座のグラウト充填性と再緊張時の狭隘空間における作業性についても確認した。

(1) 定着効率確認試験

定着角7°でPC鋼材の配置し、俵積み配置の多孔支圧板を用いて定着効率を確認する。試験方法は、約2m程度のPC鋼材を12本配置して3000kN横型引張試験機を用いて試験を行った。(図-11)

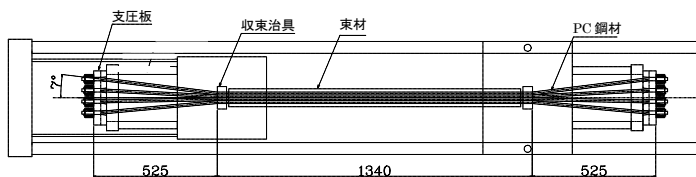


図-11 試験概要図

試験は、PC鋼材が破断するまで载荷を行い、破断荷重を計測した。試験結果は、12S12.4mm、12φ7mmともに要求定着効率(引張強度の95%)を上回り、基準を満足した。

(表-2, 写真-4, 写真-5, 写真-6)

表-2 試験判定基準および試験結果

PC鋼材の種類	引張強度荷重	定着効率 判定基準※	破断荷重	定着効率
	Pu (kN)			
	(a)	0.95Pu (kN) 以上	(b)	(b/a)
12S12.4mm	1920	(a)×0.95	1850	96.4
12φ7mm	700		736	105.1

※判定基準は「土木学会基準」より規格荷重の95%以上

b/a = 95% 以上合格



写真-4 緊張前 (支圧板との定着角7°)

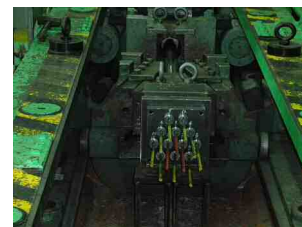


写真-5 緊張後 (支圧板との定着角0°)



写真-6 緊張後 (破断状況)

(2) 支圧板台座の耐荷力性能確認試験

支圧板台座の耐荷性能を確認するため、基準値となるPC鋼材の0.9Pyまで圧縮試験機を用いて载荷を行った。支圧板台座の側面中央4ヶ所にひずみゲージを貼付け、荷重段階毎のひずみを計測し、0.9Py時のひずみは、軸方向、直角方向ともに降伏ひずみ(1575 μ)以下となっているかを確認した。(図-12、図-13、表-4)

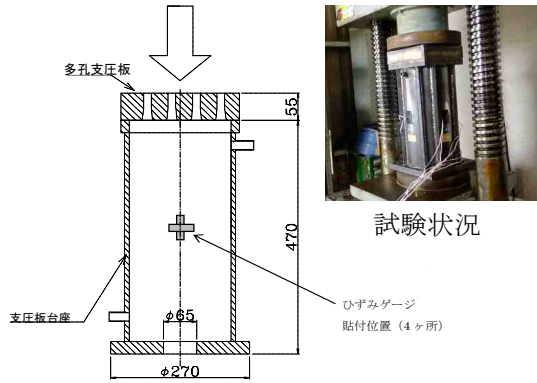


図-12 試験概要図 (12S12.4mm)

表-4 試験結果

PC鋼材の種類	0.9Py時の鋼管ひずみ $\epsilon 1 (\mu)$	降伏ひずみ $\epsilon 2 (\mu)$
12S12.4mm	1028	1575
12 ϕ 7mm	1332	1575

$\epsilon 1 < \epsilon 2$: 合格

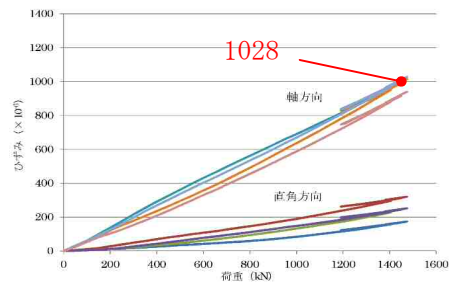


図-13 荷重-ひずみ値 (12S12.4mm)

(3) グラウト充填確認試験

斜め配置となる支圧板台座内に PC 鋼材が配置されるため、注入孔を最下位置、排出孔を最上位置に配置し、充填確認試験を行い、PC 鋼材の防錆および構造物との一体性確保のためのグラウト充填に問題ないことを確認した。(写真-7)



写真-7 グラウト充填状況

(4) 狭隘空間での作業性確認試験

本工事の狭隘な施工空間を模擬し、再緊張施工試験を実施した。支圧板台座、定着具およびジャッキの配置および作業性に問題がないことを確認した。(写真-8)



写真-8 作業性確認状況

4. まとめ

本稿ではPC箱桁橋のゲルバー部改良に対する抜本的な対策として3工法(連続化,フルウェブ化,再構築)を計画し,それに必要となった支圧板台座を用いた既設PC鋼材の再緊張工法について技術開発を行った。今回の再緊張工法の開発および性能確認試験で確認したことを,下記に示す。

- 1) 支圧板台座と短尺のシングルストランド用ジャッキを用いてコンパクト化を図ったことで,再緊張を行うための必要空間の縮小化が可能となった。
- 2) 試験で確認した定着効率および支圧板台座の耐荷力は,設計上の要求性能を満足した。
- 3) グラウト充填試験および狭隘空間での再緊張試験にて施工性に問題がないことが確認できた。

本試験結果より,今回の再緊張工法が本工事に対応可能であることが確認できたので,工事を行っていく。