

プレテンション・プレキャストウエブ構造の張出し架設への適用に関する検討

プレテンション・プレキャストウエブ橋研究会 正会員 ○河村 直彦
 プレテンション・プレキャストウエブ橋研究会 正会員 西永 卓司
 プレテンション・プレキャストウエブ橋研究会 正会員 藤田 貴敏

1. はじめに

プレテンション・プレキャストウエブ (以下 PPW) 構造は、フレッシュナーがマルヌ 5 橋に適用したほどの古くから存在する技術である。PPW 構造は以下に示す特徴を有するため、近年大規模工事に採用され始めている^{1,2)}。

- プレテンションが導入されているため高いせん断抵抗性が確保され、ウエブ厚を薄くできることにより主桁自重の軽減が可能である。また、これにより橋梁全体でのコスト縮減が可能となる。
- ウエブを品質管理のゆきとどいた工場で作製することにより、高品質化・高耐久化が可能である。
- ウエブを施工するための型枠作業やコンクリート打設が不要となり、施工の省力化が可能である。

しかしながら、PPW 構造を張出し架設に適用する場合、(1)移動作業車のアンカーを PPW 内に設置する場合、薄い版厚のためひび割れや破壊を起こす可能性がある、(2)架設に先立って PPW を製作用のため、上げ越し調整への対応が困難である、などの課題がある。今回、これらの課題に対して有限要素解析等の検討を実施し、対応案を立案したので、ここに報告する。

2. 移動作業車アンカーに関する検討

2.1 検討の目的および概要

通常の張出し架設では、移動作業車のアンカーを既設ブロックのウエブ内に設置することが一般的である。しかし、PPW は最小厚 150mm 程度であり、ここにアンカープレートを設置する場合は応力が集中してひび割れが発生し、最悪の場合は破壊に至る可能性がある。そこで、FEM を用いて応力度分布を推定し、アンカープレートの設置が可能であるか検討を行った。

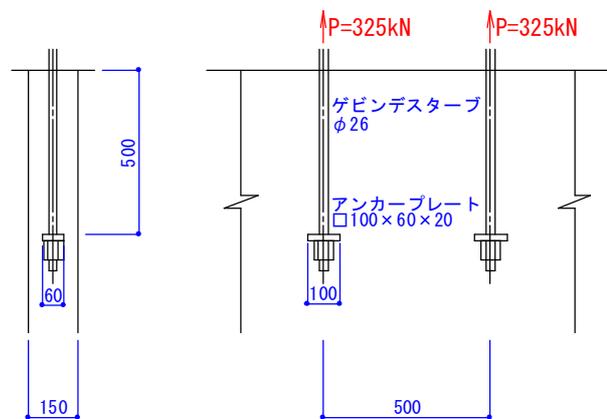


図-1 アンカーの定着概要

2.2 解析モデル

解析対象は、ウエブ厚 150mm の PPW に $\square 100 \times 60$ のアンカーが使用されている橋梁とする。また、アンカーに作用する引張力は 325kN/本とする。

FEM モデルは対称性を考慮して 1/4 断面とし、アンカー鋼棒に作用する荷重はすべてアンカープレートにかかるものとする。

図-1 にアンカーの定着概要、図-2 に解析に用いた FEM モデルを示す。

材料定数は表-1 のとおりとした。なお、アンカープレート背面は、コンクリートとの付着が切れて

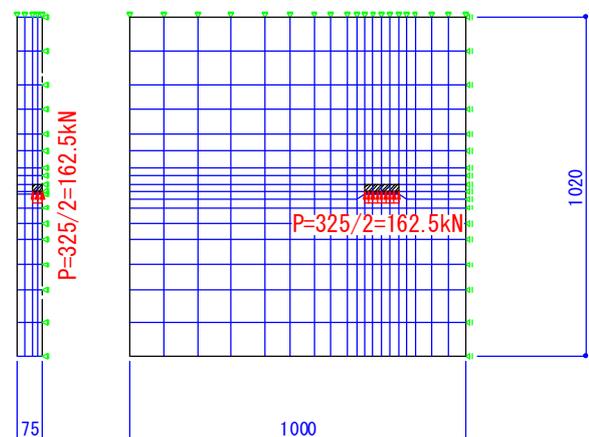


図-2 アンカープレート検討時の FEM モデル

いる可能性を考慮し、背面部コンクリートの弾性係数を一般部のコンクリートの 1/10 とした。

表-1 移動作業車アンカーのFEMに用いた材料定数

	設計基準強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比
PPW コンクリート	50	3.3×10 ⁴	0.167
アンカープレート背面のコンクリート	50	3.3×10 ³	0.167
アンカープレート		2.0×10 ⁵	0.30

2.3 解析結果

図-3にPPW中央部の最小主応力度(圧縮側の最大応力度), 図-4にPPW表面の最大主応力度(引張側の最大応力度)を示す。なお, 以下の記述において, 応力度はプラス(+)を圧縮とする。

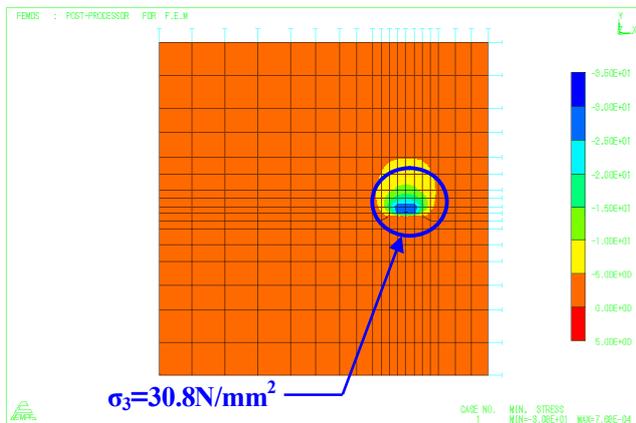


図-3 PPW中央部の最小主応力度

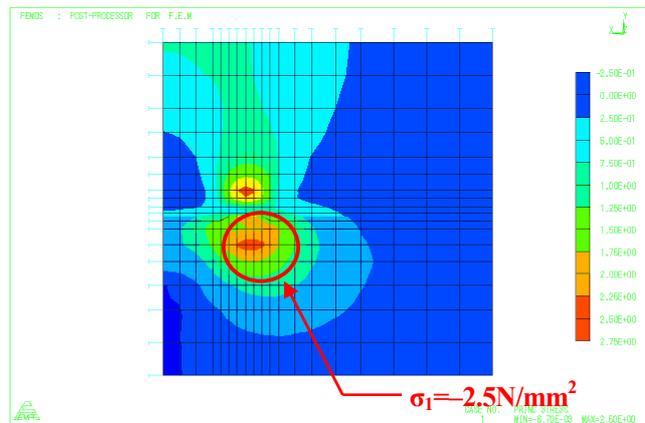


図-4 PPW表面の最大主応力度

PPW中央部の最小主応力度(圧縮側の最大応力度)は $\sigma_3=30.8\text{N/mm}^2$ であった。支圧強度を土木学会コンクリート標準示方書により求めると, $\sigma_{ak}=97\text{N/mm}^2$ である。 $\sigma_3 < \sigma_{ak}$ となり, 十分安全である。

最大主応力度(引張側の最大応力度)は部材表面で $\sigma_1=-2.5\text{N/mm}^2$ となり, プレストレスによる圧縮応力度(通常 6N/mm^2 程度)以下である。

以上より, 移動作業車のアンカープレートをPPW内部に設置しても, 十分安全であることが確認された。

3. 上げ越し調整に関する検討

3.1 上げ越し調整への対応方法

施工時の高さ管理に対しては, 張出し架設途中にて施工目地を設けて上げ越し調整を行い, 調整後に目地にモルタル等を充填する方法が考えられる。さらに, 目地充填の時期として, PPW架設直後(図-5)と緊張・移動作業車移動後の両者が考えられる。両者の得失を表-2に示す。

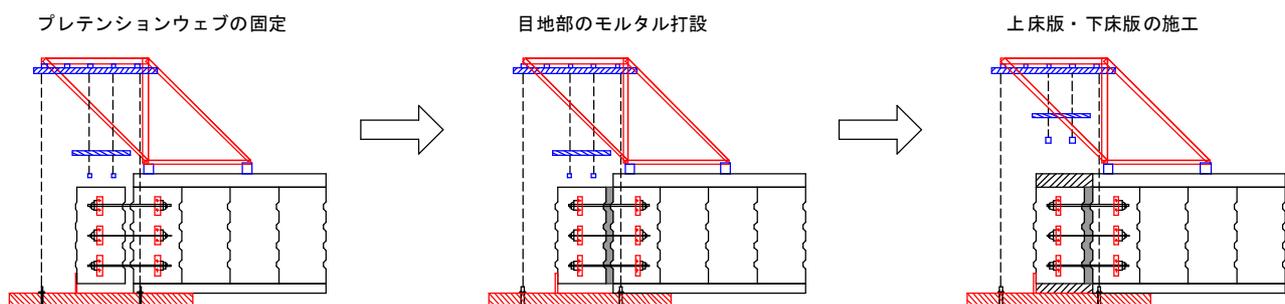


図-5 調整目地による上げ越し調整の概念図(目地充填をPPW架設直後に実施する場合)

表-2 目地への充填時期による得失

目地への充填時期	架設直後	緊張・移動作業車移動後
サイクル工程への影響	遅延が発生する可能性がある	ほとんど影響はない
目地モルタルに要求される強度発現特性	早強性が求められる	コンクリート程度でよい
間詰め部上下端での応力集中	可能性が低い	可能性が高い

3.2 間詰め材料の調査

施工目地の間詰め材料に要求される機能は、以下のとおりである。

- (1) 適度な流動性を有すること。
 - (2) コンクリートに近い弾性係数を有すること。
 - (3) PPW 架設直後に間詰めを行う場合は、架設作業に影響を与えない早期強度を発現すること。
- ここでは、(2)(3)に着目して市販の早強性モルタルの調査を実施した。調査結果を表-3に示す。

表-3 市販の早強性モルタルの調査結果

会社名	製品名	1日強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	可使時間 (分)
A社	A-1	35.9	2.33×10^4	10~15
B社	B-1	20~40	$1.8 \sim 2.3 \times 10^4$	30
	B-2	20~40	$1.8 \sim 2.3 \times 10^4$	30
	B-3	20~40	$1.5 \sim 2.1 \times 10^4$	15~30
	B-4	25~35	(データ無し)	20
C社	C-1	32.1	1.73×10^4	20
	C-2	25.1	(データ無し)	20
	C-3	36.0	(データ無し)	10~15
D社	D-1	32.5	2.50×10^4 (※)	30
E社	E-1	41.9	2.39×10^4 (※)	10
	E-2	43.9	2.50×10^4 (※)	15
F社	F-1	40.0 (※)	2.00×10^4 (※)	20~30
	F-2	30.0	1.8×10^4	20

注) (※)数値は推定値を示す。

調査の結果、材齢1日程度で20~40N/mm²程度の強度が得られることが確認された。これらの材料を使用すれば、PPW 架設直後に間詰めを行う場合でも工程に影響を与えないことが期待できる。

3.3 安全性の照査

上げ越し調整のためにPPW 間に目地を設ける場合の応力状態をFEMにより確認する。検討は、移動作業車の移動直後において、間詰め部充填がない場合とある場合の2ケースについて実施した。

材料定数は表-4のとおりとした。間詰めモルタルの弾性係数は、PPW コンクリートの1/2としている。

表-4 間詰め部のFEMに用いた材料定数

	設計基準強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)	ポアソン比	単位容積質量 (kN/m ³)
PPW コンクリート	50	3.3×10^4	0.167	24.5
場所打ちコンクリート	40	3.1×10^4	0.167	24.5
間詰めモルタル	50	1.65×10^4	0.167	24.5

移動作業車荷重は全装備重量を1000kN(片側あたり500kN)とし、作業荷重等の割増しを考慮してその1.3倍とした。また、プレストレスも考慮し、12S12.7を使用するとしてその有効緊張力として、1300kNを

載荷した。図-6にFEMモデル、図-7、図-8に充填なし・充填ありの場合の最大主応力度を示す。

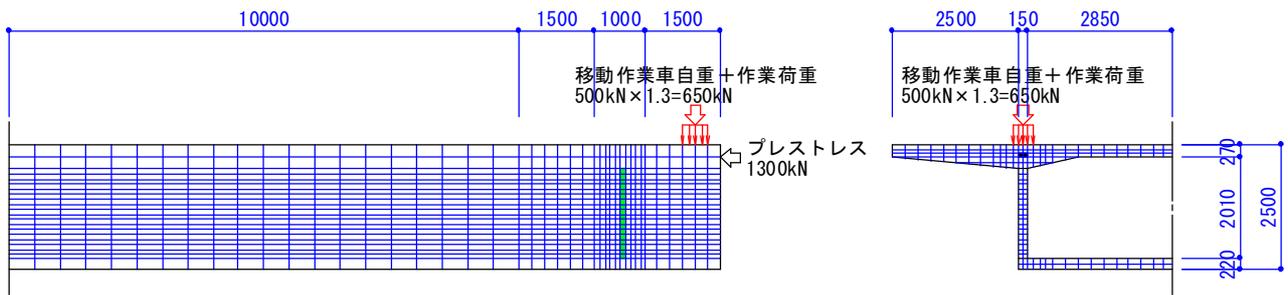


図-6 間詰め部検討時のFEMモデル

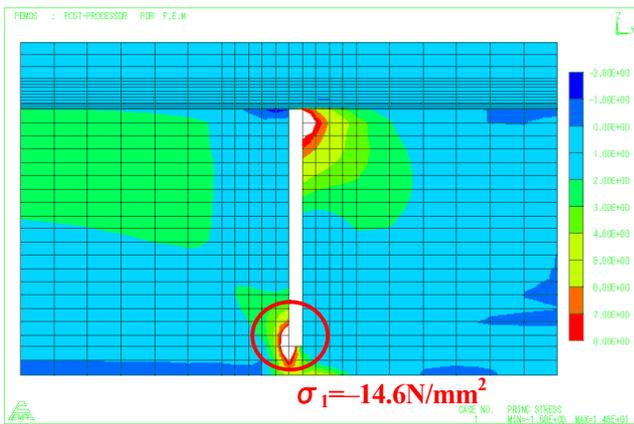


図-7 充填なしの場合の最大主応力度

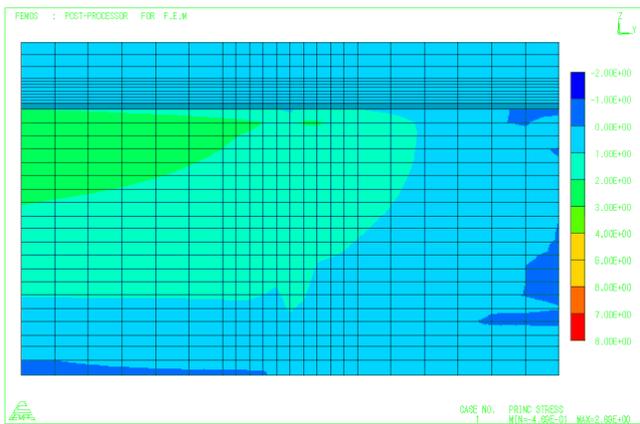


図-8 充填ありの場合の最大主応力度

間詰め部の充填がない場合、最大主応力度は $\sigma_1 = -14.6\text{N/mm}^2$ であった。この応力度を打ち消す方法を検討したが、現実的な補強方法がないことを確認した。

一方、間詰め部の充填がある場合は、弾性係数の違いによる応力度分布の乱れが見られるものの、有害となるような応力度でないことが確認できる。

以上より、間詰め部にはPPW架設直後に目地モルタルを打設する必要があることが確認された。

4. まとめ

今回の検討により、以下の点が明らかとなった。

- (1) 移動作業車のアンカーをPPW内に設置する場合、十分な安全性が確保できる。
- (2) 上げ越し調整の方法として施工目地を設ける場合、PPW設置後の早い時期に目地にはモルタル等を充填する必要がある。この用途として、市販の早強性モルタルで対応可能である。

今回の検討はあくまでFEMによる検討と市場調査だけであり、実施工を実施する場合は事前に実証試験等により性能を確認する必要があると考えられる。

本報告がPPW構造のさらなる発展に寄与できれば幸いである。

なお、本報告はプレテンション・プレキャストウェブ橋研究会技術部会の共著である。著者以外の技術部会員は以下のとおりである。

赤松輝雄, 石井祐二, 岡山準也, 杉本寛樹, 高橋功, 高橋健

参考文献

- 1) 忽那他：設計VEによる新技術の適用—第二名神高速道路 錐ヶ瀧橋—, プレストレストコンクリート Vol.47, No.3, pp.16-24, 2005.5
- 2) 藤田他：プレテンションウェブ橋の施工 (中新田高架橋), 橋梁と基礎 Vol.43, No.5, pp.5-9, 2009.5