

## 超高強度繊維補強コンクリートを使用した PC 箱桁橋の設計 ー東京国際空港エプロン整備事業における GSE 橋梁ー

大成建設株式会社土木設計部 正会員 ○渡辺 典男

大成建設株式会社東京支店 正会員 福原 哲

大成建設株式会社土木設計部 正会員 大澤 和也

関東地方整備局東京空港整備事務所 永野 亮

### 1. はじめに

GSE 橋梁は、空港連絡道路上を跨ぎ、現在建設中の東京国際空港南北エプロンを接続する道路橋である。本橋は、航空機の運行をサポートする車両・機材設備（GSE：Ground Support Equipment）が走行するため、設計上 1 車両当り 50t のトーイングトラクターを活荷重として載荷している。本橋は、建築限界等の制約がある中で経済性を追求した合理的な設計を行うために、新材料の超高強度繊維補強コンクリート（Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete：UFC）を使用した。UFC の橋梁への適用は、これまで歩道橋が多く、橋長 50m 規模の道路橋に対しては初めての採用である。そのため、設計では、計算で仮定した内容について、検証実験を行いその性能を確認している。本稿では、UFC の選定理由について述べた後、構造的長所および設計概要について報告する。

### 2. UFC の選定理由

表-1 に構造諸元、図-1 に GSE 橋梁部の概要図を示す。本橋の設計条件として、①空港連絡道路の建築限界の確保、および②供用期間 50 年がある。一方、GSE 橋梁部は、図-1 に示すように橋梁本体およびそのアプローチ盛土から構成される。アプローチ盛土は軟弱地盤上にあることから、空港連絡道路等の近接構造物への影響を小さくするために、その一部に軽量盛土を採用している。軽量盛土のコストは無視できないものであり、③軽量盛土量の抑制が必要となった。

①～③の条件を満足するために、本橋は橋体を可能な限り建築限界に近づけつつ、桁高を低くすることが求められた。本橋では、その解決方法として次の理由から主桁の材料に UFC を採用した。

① UFC は、一般のコンクリートよりも強度特性が優れており<sup>1)</sup>、本橋では桁高を約 80% に抑制できた。

② 供用期間中、塗装の塗り替え等の桁下空間を確保する必要なく、橋体のレベルを建築限界に近づけることができ、アプローチ部の盛り土量を低く抑えることができた。

### 3. 構造概要

図-2 に構造一般図を示す。桁断面は、広幅員 15.9m をウェブ間隔が 2.5m となるように 3 室箱桁で構成している。上床版は、場所打ちの普通コンクリートであり、ウェブおよび下床版は、UFC 桁である。UFC 桁は、熱養生が標準

表-1 GSE 橋梁の構造諸元

|        | 仕様                                |
|--------|-----------------------------------|
| 構造形式   | 上部工：3室PC箱桁                        |
|        | 下部工：逆T式橋台                         |
|        | 基礎工：中掘り鋼管杭                        |
| 諸元     | 橋長：48.0m、幅員：16.2m                 |
| 勾配     | 縦断：0～3%、横断：2%                     |
| コンクリート | 床版：40N/mm <sup>2</sup> （普通コンクリート） |
|        | 桁：180N/mm <sup>2</sup> （UFC）      |
| 鉄筋     | 床版：SD345                          |
| PC鋼材   | 主方向：SWPR7B 22S15.2                |
|        | 横方向：SWPR19L 1S28.6                |

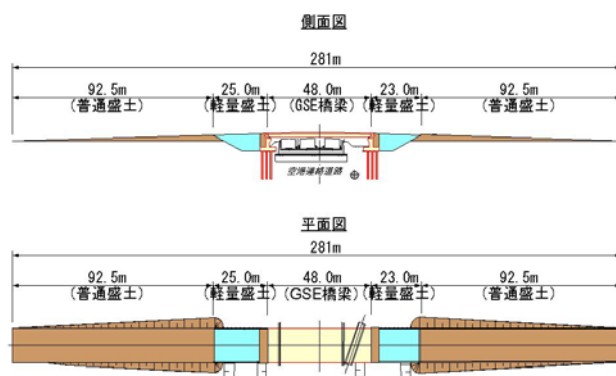


図-1 GSE 橋梁部 概要図

キーワード 羽田空港、エプロン、超高強度繊維補強コンクリート、プレキャスト桁

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区西新宿 1-2-5-1 大成建設株式会社 TEL 03-5381-5297

であり設備が整った工場製作となるため、その構造はプレキャスト構造となる。プレキャスト桁の大きさは、工場内での揚重設備の能力を考慮し、1ピースが20t前後になるように定めた。本橋では桁長47.6mの主桁1本当たり7ピースに分割した。

プレキャスト桁間の接合は、これまでの実績から<sup>2)</sup>ウェットジョイントを採用している。また、床版とプレキャスト桁間は、ずれ止めとして一般的に使用されるスタッドジベルよりも応力伝達力が高い孔開き鋼板ジベル(PBL)を採用した。主方向のPC鋼材は内ケーブル配置とし、PC鋼材の偏心を可能な限り大きくとり桁高を抑制した。

#### 4. 設計概要

本橋の設計は、土木学会の指針<sup>1)</sup>により、限界状態設計法により実施した。すなわち、使用限界状態および終局限界状態を設定して外的作用力に対して構造物の応力度および断面力が応力度の制限値および断面耐力以下であることを確認した。

表-2に、UFC桁に関する設計結果概要を示す。表-2より最大曲げ圧縮応力は、UFCの制限値 $108\text{N/mm}^2$ には余裕があるが、道路橋示方書の設計基準強度 $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ のコンクリートの許容曲げ圧縮応力度 $18\text{N/mm}^2$ に比較して1.5倍以上の値であり、UFCの高強度特性の活用効果が見られる。

#### 5. おわりに

以上、GSE橋梁の設計概要について報告した。超高強度繊維補強コンクリートは、現時点では材料コストが高いためその使用が限定的となっているが、一般のコンクリートと比較して高強度、高耐久、高じん性、高流動等の特徴があり、用途を拡大する余地がある。

本橋が、今後のPC技術の一助になれば幸いである。なお、本報告は東京国際空港エプロン整備事業の設計業務の一環として実施した成果の一部である。

#### 参考文献

- 1) 土木学会, 超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案), 平成16年9月
- 2) 細谷, 今井, 安部, 信夫「超高強度繊維補強コンクリートを使用した橋梁～赤倉温泉ゆけむり橋の施工」, 橋梁と基礎, 2004年12月号

表-2 UFC桁の設計結果概要

| 項目                  | 結果                                                         |
|---------------------|------------------------------------------------------------|
| ・使用限界状態:            |                                                            |
| 曲げ応力度<br>(+圧縮, -引張) | 最大値: $\sigma_c=28.3 < \sigma_{ca}=108.0\text{N/mm}^2$      |
|                     | 最小値: $\sigma_c=-0.3 > \sigma_{ca}=-8.0\text{N/mm}^2$ (一般部) |
|                     | 最小値: $\sigma_c=1.9 > \sigma_{ca}=0.0\text{N/mm}^2$ (桁継ぎ目部) |
| 斜引張応力度              | $\sigma_i=-0.39 > \sigma_{ia}=-8.0\text{N/mm}^2$           |
| ・終局限界状態:            |                                                            |
| ・曲げ耐力               | $\gamma_i M_d / \mu_u = 0.74 \leq 1.0$                     |
| せん断耐力               | $\gamma_i S_d / S_u = 0.61 \leq 1.0$                       |

\*  $M_d$ : 設計曲げモーメント,  $\mu_u$ : 設計曲げ耐力,  $\gamma_i$ : 構造物係数

\*  $S_d$ : 設計せん断力,  $S_u$ : 設計せん断耐力,  $\gamma_i$ : 構造物係数

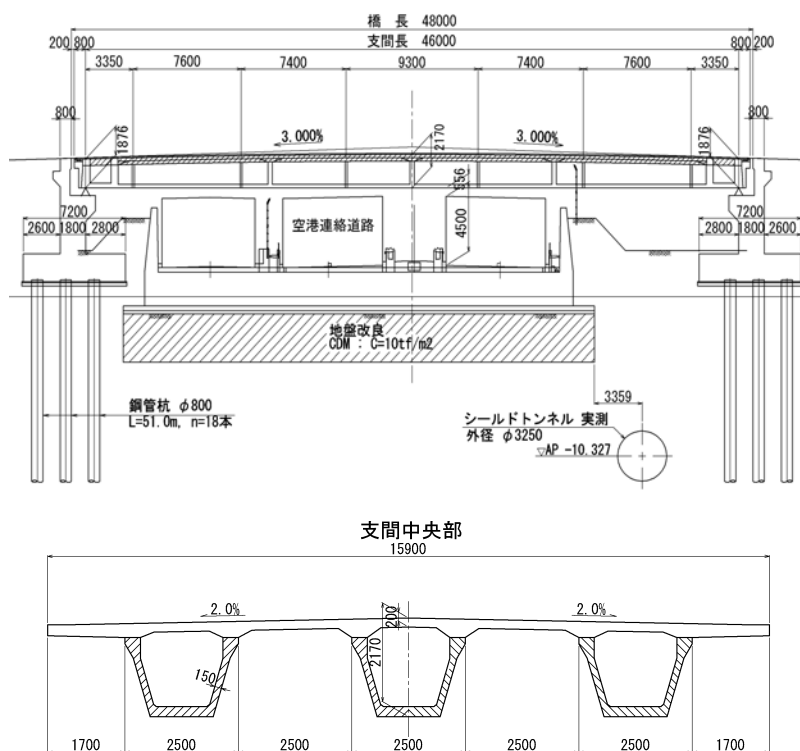


図-2 構造一般図及び断面図



写真-1 UFC プレキャスト桁