

北陸新幹線工事における長支間セグメント PCT 桁の施工

(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構

山根 秀則 久保 達彦

(株) 大林組 正会員 ○加藤 一歩 蓑島 美峰

1. はじめに

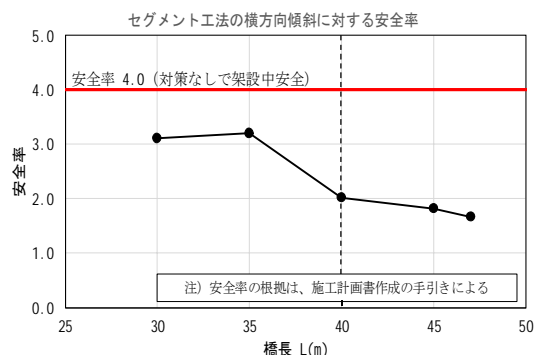
北陸新幹線福井開発高架橋工事は、2.3km の工区のうち前半 1km は主要道路などを横断する市街地部を抜け、後半 1km は鉄道上空横過後に JR 北陸本線及びえちぜん鉄道の両営業線間を進みながら福井駅にアプローチする施工条件の厳しい工事であり、橋長 24~47m、計 18 連の PCT 桁橋が計画されていた。特に、市街地部は交差道路等を斜めに横断する線形となっているために長支間の PCT 桁が多数配置されている。また、全体工程の中でも PCT 桁橋の施工はクリティカルパスとなっており、工程の遅延は許されない中で施工を進めた。本稿では PCT 桁(橋長が 40m 以上)の施工のうち、桁架設時の安全性確保に関する取組みについて報告する。

2. 長支間 PCT 桁の架設時検討

新幹線 PC 桁は橋長によらずウェブ厚が 350mm 一定で下フランジのない T 形である。本工事での最大桁高は 3.2m あり、架設後に複数の桁が相互に連結されれば安定感があるが、桁単独架設時には図-1 のように梁というよりは板のような構造で、桁高が大きくなるに従い桁の横倒れに対する不安定感が増す。図-2 は横倒れ座屈に対する安全率の検討を行ったものであるが、橋長 40m を超えると安全率が大きく低下する。本工事では 18 連のうち 40% が橋長 40m 以上であり、主要道路や鉄道上での施工を確実に進めるためにも、桁架設時の安全性確保が重要であった。



図-1 PCT 桁の架設状況

図-2 横倒れ座屈に対する安全率¹⁾

なお、現場周辺での PCT 桁製作ヤード確保が困難であったことや長支間主桁の市街地内及び鉄道路線に挟まれた狭隘箇所への運搬自由度を高め、工期短縮を図るため、PCT 桁は現場製作桁から工場製作セグメント桁へ構造変更を行った。

PCT 桁はセグメント桁としたが、下部工工事は始まっていたことから、断面寸法を変えないことが修正設計の条件であった。現場製作桁はひび割れ幅を制御する PRC 構造であるが、セグメント桁はひび割れを許容しない PC 構造である。引張応力度制御のために PC 鋼材量が最大 1.7 倍となり、それに伴いコンクリート強度も 40N/mm² から 50~55N/mm² に高強度化されている(図-3)。プレストレス増加に伴い、緊張による桁の反りも大きくなり、横方向変位についても大きくなることが想定されるため、桁架設時の横倒れ座屈に対してより慎重な対応が必要だと考えた。

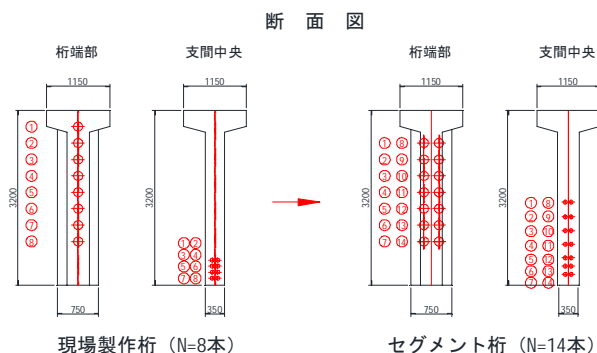


図-3 主ケーブル鋼材配置の変更例

キーワード 鉄道橋、プレキャストセグメント工法、桁架設、安全性、横倒れ座屈、傾斜計、
連絡先 〒910-0843 福井県福井市西開発 2 丁目 313 福井開発高架橋 JV 工事事務所 TEL0776-43-6470

3. 横倒れ座屈に対する主桁補強

一般的に横倒れ座屈に対する対応としては、横方向の倒れの限界角を 3° 程度に制御するように、上フランジの上に H 鋼材や架設用 PC 鋼材を配置して、横方向剛性の強化や引張補強を行う (図-4)。しかし、北陸新幹線の PCT 桁上フランジ幅は、九州新幹線等と比べて 1.15m と狭く、配置可能な補強材に制限があるため、限界角が小さくなる。検討の結果、横倒れによる上フランジひび割れを発生させないようにするには、上面に補強 PC 鋼材を最大本数配置した場合でも傾斜角を 2° 以下に管理する必要があった。

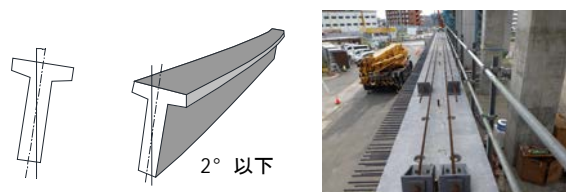


図-4 主桁傾斜角の概念図と補強鋼材配置

4. 傾斜計による架設時主桁姿勢管理システムの導入

傾斜角管理のため、張出し施工時の高さ管理で実績のある傾斜計を用いた方法²⁾を PCT 桁用に改良し、桁姿勢の管理システムを構築して施工することとした。

支間中央における橋軸方向と橋軸直角方向の 2 方向の桁傾斜角はタブレットにより任意の位置でリアルタイム管理できるようにした (図-5)。橋軸直角方向は桁の横倒れの目安となり、橋軸方向はクレーン相吊り時の揚程差による桁応力変動を低減する目安となる。

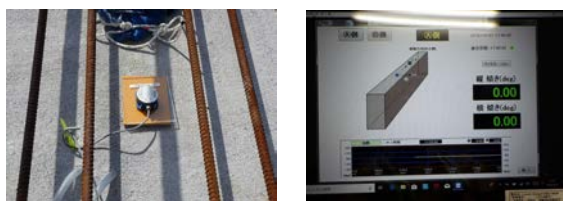


図-5 傾斜計とタブレットによるリアルタイム管理

5. 傾斜計の効果について

傾斜計は主桁の地上引出し時の横倒れ傾斜、相吊り施工時の横倒れ傾斜およびクレーン揚程差のリアルタイムで確認しながらより安全に架設を行うことを目的に導入したが、架設安全率の下がる橋長 45m 以上の桁架設においてより効果を発揮した。具体的には橋長 45m の桁の場合、桁高が 3.2m あるので、横方向の傾斜角が 1° の場合の横方向変形は 55mm となるが、隣り合う主桁間の床版鉄筋との設計上の余裕は 40mm しかない (図-6)。つまり、桁を吊り上げたときに 1° 以上の横方向傾斜角が生じた場合は、設置済みの主桁と架設中

の鉄筋が干渉して主桁が所定の位置に設置できない。また、吊り上げ時の横傾斜が不明の場合、据付け直前で鉄筋干渉の対応や干渉の解放による架設中の桁への衝撃などの懸念もある。しかし、本システムによれば、吊り上げ時点で横方向傾斜角が把握できるため、直角方向の吊り具位置を少しずらすことなどの対策を行うことで、事前に横方向傾斜角を調整することができることに加え、夜間架設など測量器による計測が困難な状況にも有効である。図-7 は傾斜角の管理の一例であるが、吊り上げ時 1.3° あった傾斜角を調整により主桁間鉄筋が干渉しない 0.7° 未満の 0.5° まで低減したことで、干渉なく主桁を所定の位置に据え付けられている。鉄筋干渉の有無は架設時間を左右する大きな要因であるため、特に通行止め規制などの時間的制約がある中で安全に早く架設するために有効であったと考えている。

図-6 主桁間鉄筋写真

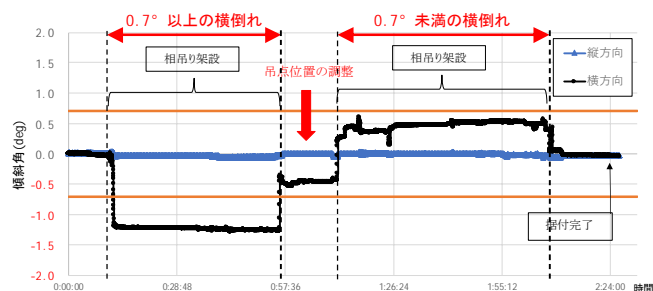


図-7 主桁傾斜角の測定例

6. まとめ

本工事は、福井市の市街地部及び JR 北陸本線とえちぜん鉄道に挟まれた営業線近接区間において、限られた工期と施工ヤードの中でセグメント桁の組立・架設を行う難易度の高い工事であった。長支間の橋りょうが多く、架設中に横倒れ座屈になるケースも考えられたが、架設時の補強と傾斜計による主桁姿勢管理システムの導入により、主桁の姿勢を管理することで、より安全に架設することができた。

参考文献

- 1) 施工計画書作成の手引き (T 桁橋・セグメント T 桁橋編), プレストレスト・コンクリート建設業協会, 2016.9
- 2) 坪倉他: 張出し架設工法での橋面・型枠自動計測技術の開発と現場への適用, 土木学会第 75 回年次学術講演会, 2020.