

合成2主鈑桁の新幹線構造物への採用検討

鉄道・運輸機構 東北新幹線建設局 十和田鉄道建設所 正会員 ○横山 秀喜
 鉄道・運輸機構 東北新幹線建設局 工事第三課 正会員 佐伯 則幸
 鉄道・運輸機構 東北新幹線建設局 十和田鉄道建設所 齋藤 荘英

1. はじめに

東北新幹線八戸～新青森間（延長 L=81.8km）は、平成22年度末の完成に向けて建設が進められている。砂土路川橋りょう（合成けた）工事は、八戸St～七戸St（仮称）間の砂土路川B（L=62m）を含む総延長L=512.0mの合成桁製作および架設工事である。この工事で新幹線構造物として初めての採用となった合成2主鈑桁の検討について述べる。（図-1.）

2. 地形、地盤条件

当該橋りょう付近の地質は、奥羽山脈東側の海成段丘が開折された谷地形に地表面から約20mの深さで堆積した腐植土を主体とする第四紀洪積層である。構造物に対する支持層は、GL-25m程度に存在し、地盤種別はG4～G6で超軟弱地盤として判定される。地下水位が高く被圧されているため、基礎工は、鋼管杭（杭径φ1.0m）を採用した。また、付近は水田地帯が広がり住宅地域とも離れているため騒音・振動に対する特別な配慮を要しない地域でもある。

3. 構造形式の選定

通常、鉄道構造物としては、概ね経済性に優位なラーメン高架橋を選定するが、当工区のような超軟弱地盤の場合、高架橋の固有周期が1sec以上となり、地震時における列車の走行安全性が確保できないことから、選定の検討を桁式高架橋にて行うこととした。

桁式高架橋の構造形式は、構造物基礎への荷重軽減を考慮し、コンクリートPC桁と鋼桁にて検討を行った。その結果、鋼桁案が支間長を約2割程度長く出来、さらに経済的にも約1割程度優位であった。

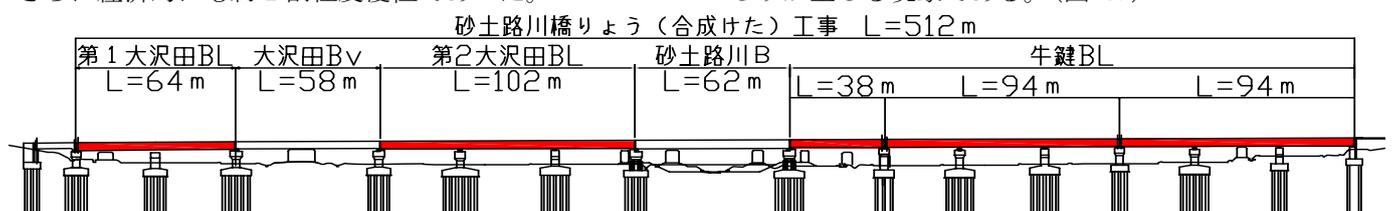


図-1. 砂土路川橋りょう全体一般図

鉄道の鋼桁の場合、当該支間長相当であれば、合成箱桁の採用領域であるが、近年、経済性に優れる鋼桁として「合成2主鈑桁」の採用が研究されてきている。

合成2主鈑桁は、合成2箱桁と比べ、鋼重が少なく製作工数や溶接延長も減ずることが可能であるため（図-2.）、経済性が向上するものと考えられるが、日本の新幹線への採用事例はまだ無い。そこで、鉄道構造物への採用事例があるフランスのTGVや、在来複線鉄道のデータを基に、「合成2主鈑桁」の新幹線構造物での採用検討について、高速走行シミュレーションにより挙動を再現し、列車走行安全性の確認を行った。

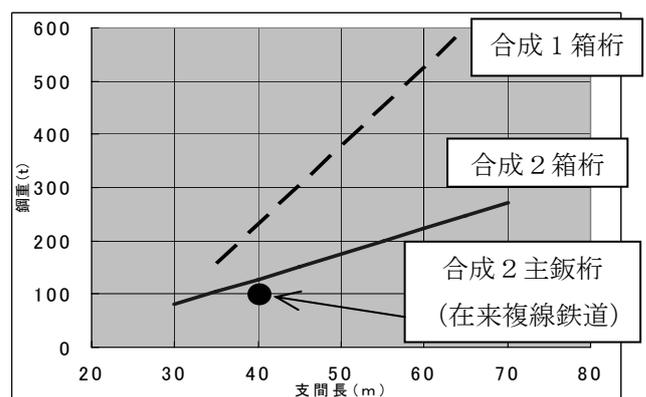


図-2. 複線合成桁 鋼重-支間関係図

4. 走行安全性の確認

4-1. 鉄道構造物特有の現象

複線の鉄道構造物は、片線を列車が走行する際、「桁のねじり現象」が発生する。それは、列車進入時に支点部は、支承により支えられるため変形が生じず、中間部は、支持するものが無いため通過側に変形が生じる。支点部と中間部の変形が異なることから、桁にねじりが生じる現象である。（図-3.）

※上記着色箇所が合成2主鈑桁を示す

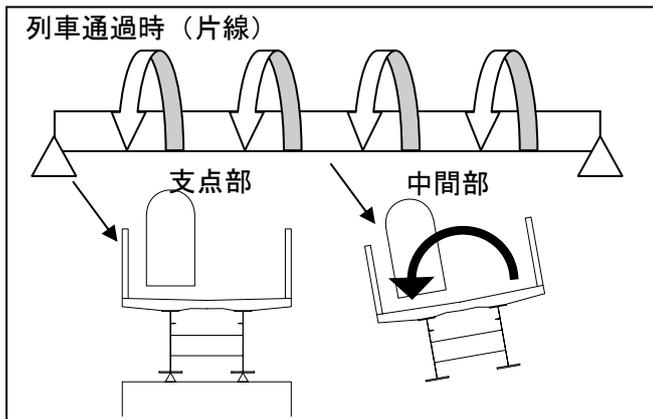


図-3. 桁のねじり現象 (イメージ)

4-2. 道路構造物と鉄道構造物の違いと断面設定

合成2主鈹桁は、道路構造物で多く採用されているが、載荷される荷重特性や変位の制限などが異なるため、道路構造物と同様の構造を鉄道構造物に適用することが困難な場合がある。

道路構造物の合成2主鈹桁は、部材数軽減を目的として、主桁と主桁高以下のI桁による横桁にて構成されているため、下フランジが開いた開断面である。この断面の場合、ねじり剛性が少ないため、鉄道橋特有の現象であるねじり現象対応できない。よって、これまでの鉄道構造物では、箱桁を基本とした閉塞断面を採用してきた。これらに対して、在来複線鉄道等で研究され採用した合成2主鈹桁は、ねじり剛性の向上のため、下横構により下フランジ間を結合し、充腹の横桁を配置して準閉塞断面を形成している。よって本構造物は、過去の事例を参考とし、準閉塞断面を基本断面とした。図-4.の鳥瞰図に準閉塞断面とするために採用した下横構・充腹横桁の配置状況を示す。

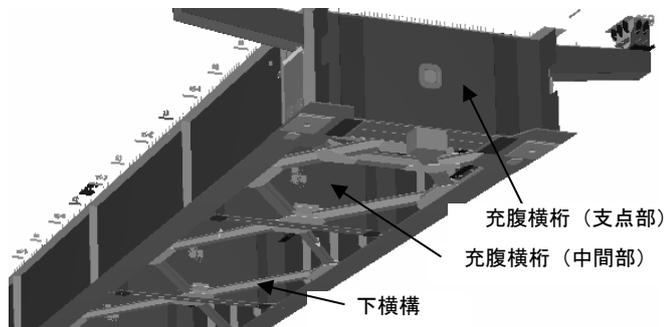


図-4. 合成2主鈹桁鳥瞰図 (準閉塞断面)

4-3. 検討結果

走行シミュレーション解析は、当工区最大スパンを有する第2大沢田BLにて行った。モデル化は、隣接桁からの影響を考慮して、それらを含めて行った。

(1) 最大回転角

走行シミュレーション解析を行った結果、想定される速度域において、ねじり現象により発生した桁の最大回転角が、鉄道標準 (鋼・合成構造物) に規定する、新幹線のレールのたわみ差 (2mm) から求まる最大回転角 (-1.4mrad) 以下であったため、走行安全性が満足することを確認した。(図-5.)

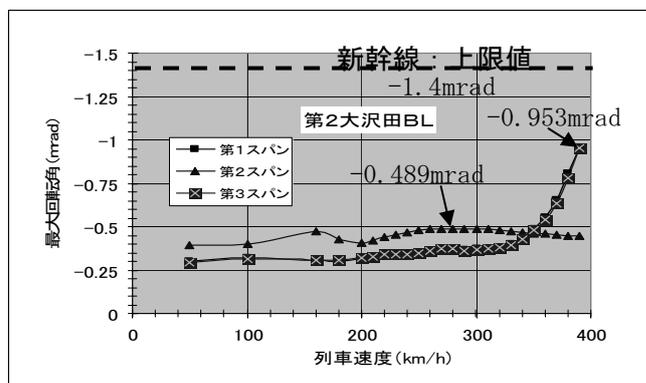


図-5. 走行シミュレーション解析結果 (回転角)

(2) たわみ量

最大たわみ量は、支間長が最も長い第2スパンに着目した。最大たわみが、340km/hにて3mm発生しているが、使用限界 (L/1800=22mm) および乗り心地 (L/2800=13mm) のたわみ制限値を満足する結果を確認した。(図-6.)

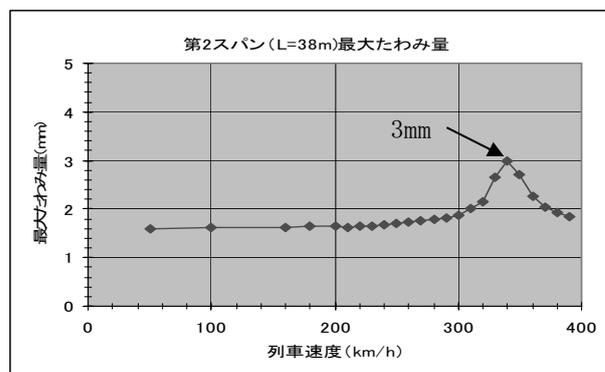


図-6. 走行シミュレーション解析結果 (たわみ)

5. おわりに

合成2主鈹桁は、過去の研究事例を基に採用した下横構や充腹の横桁が配置された準閉塞断面により、ねじり剛性や断面剛性を向上する事が出来、新幹線構造物としての高速走行時の安全性を満足することが確認できた。以上のことは、当該工事における条件と同様な上部工荷重軽減が必要な箇所では経済的な鋼桁の採用を可能にしたものと考えられる。