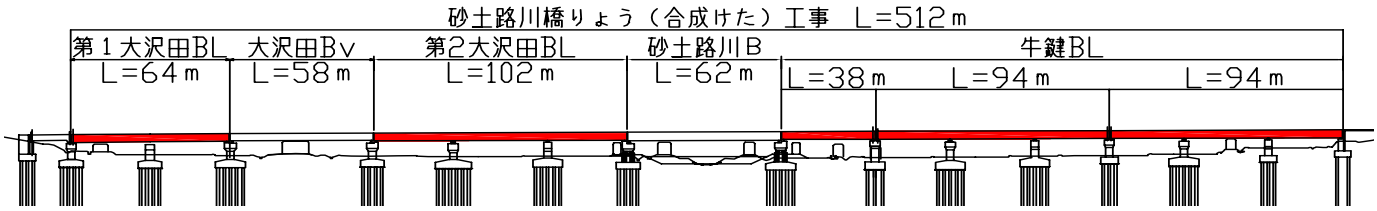
合成２主鈑桁の新幹線構造物への採用に関する一考察

鉄道・運輸機構　正会員　○横山　秀喜
鉄道・運輸機構　正会員　中村　純治
鉄道・運輸機構　斎藤　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（図-1）。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主鈑桁について述べる。



※上記着色箇所が合成２主鈑桁を示す

図-1　砂土路川橋りょう全体一般図

２．構造断面形式

本橋梁の合成２主鈑桁は、新幹線の高速走行時の安全性を確保するため、充腹横桁の配置や下横構の設置を行った準閉塞を採用した。（図-2）

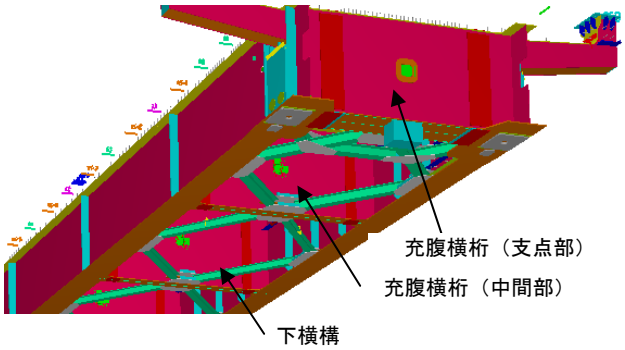


図-2　合成２主鈑桁鳥瞰図（準閉塞断面）

３．共振作用

合成２主鈑桁の構造特性としては、同桁高の箱桁・多主桁にくらべ、低剛度となりやすい。昨今、低剛度の橋梁が列車荷重載荷時に共振する現象が報告されている。

共振作用は、構造物の振動数と通過速度時の車両の振動数が近似した場合、重ね合わせ作用により振動幅が増幅され、断面力上昇など構造物に影響をおよぼす現象である。（図-3）

これまで新幹線構造物で実績が無い合成２主鈑桁であるため、共振作用発生の有無が不明確であることから、その影響を確認し、設計に反映させる必要があった。

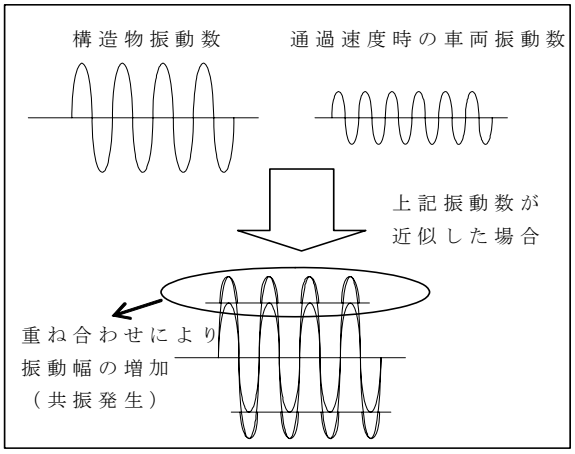


図-3　共振作用（イメージ）

４．構造物振動数

鋼鉄道構造物の場合、「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物」によると列車載荷時の構造物振動数は、式(1)によって近似される。しかし、式(1)の適用に当たっては、式(2)の条件を満足する必要があるが、本橋梁は、満足することが出来ず、固有振動数については、固有値解析により算出した。

キーワード：鉄道、鋼構造、連続合成桁、２主鈑桁、振動

連絡先：　青森県十和田市稲生町 3-22　TEL0176-20-2650　FAX0176-22-0585

構造物の固有振動数 ne の算定式

$ne=70L^{-80}$ ・・・（1）

L：部材長（m）

$\sqrt{}(31.5/d)>100/L$ ・・・（2）

d=死荷重たわみ（mm）

本橋梁への適用

（2）の照査

L=38.0m、d=22.2

$\sqrt{}(31.5/22.2)=1.19<100/38.0=2.6$

⇒満足できない

固有値解析により振動数の算定

５．共振解析

解析は、当工区最大スパンを有する第２大沢田ＢＬ（図-4）にて行った。解析モデルは、床版の有効幅を考慮した主桁の剛度を評価した 1 本棒モデルとした。載荷荷重は、P-17 相当分の列車荷重を考慮した全体荷重（等分布荷重として評価）を 10km/h 毎に通過させた。検討結果のうち、最大曲げモーメントを図-5 に示す。

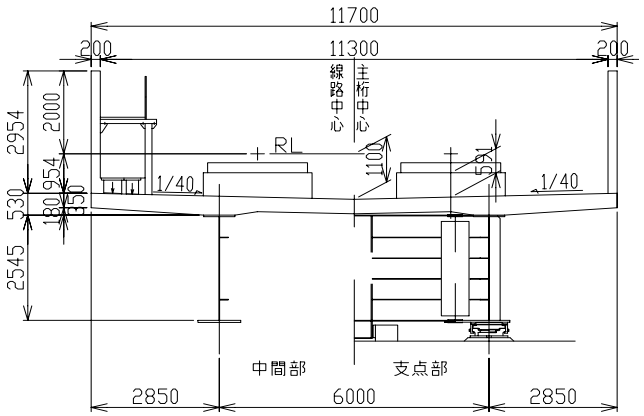


図-4　第2大沢田BL　標準断面

結果、列車速度が 280km/h 付近において急激な断面力上昇が発生している。これは、構造物の振動数と通過速度時の車両振動数が近似し、共振作用が発生したことが原因と考えられる。構造物の振動数は、構造物剛性に起因するため、下横構の形状変更等を行い、断面剛性を約 1.2 倍したもので再検討を行った結果を図-6 に示す。

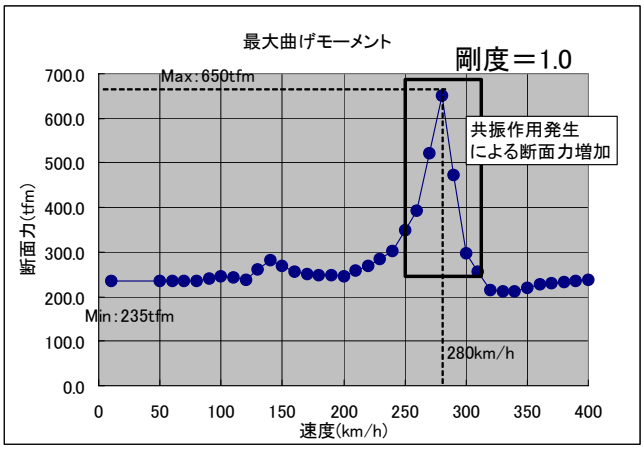


図-5　共振解析結果

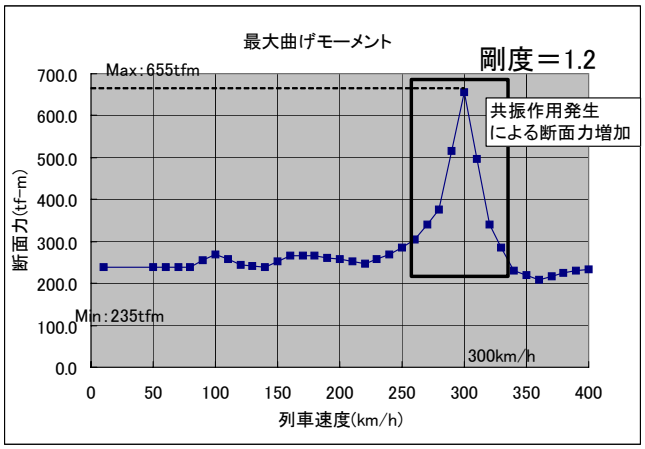


図-6　共振解析結果（再検討）

図-5、図-6 を比べると、共振作用の発生速度が高速化していることが分かる。ただし、発生断面力に差異がないことが確認できた。これは、構造物剛度の増加は、共振発生速度を高速化させるが、共振による断面力上昇には効果がないことが明らかとなった。

現状の断面では、280km/h 付近で共振作用が発生する結果となったため、共振作用への対応が必要である。本検討結果により、本橋りょうは、断面剛性比を 1.2 倍すると共振発生速度が約 20km/h 高速化するが、想定速度外へ共振発生速度を移動させるためには、大掛かりな断面変更等が伴い不経済になるであろうと考えられる。よって、剛度差による発生最大断面力に差異がない結果を適用し、その断面力を用いて現状の断面照査行い、応力を満足することを確認した。

５．まとめ

合成２主鈑桁は、構造特性により低剛度となりやすいため、列車通過時に共振作用を起しやすいことを確認した。そこで、本橋りょうに用いた合成２主鈑桁は、共振作用発生の有無を確認し、最大断面力を考慮した設計を実施しすることで新幹線構造物への採用を可能とした。