

単純合成桁橋のベンチマークによる各国設計の比較

北海学園大学 フェロー 当麻 庄司
 北海学園大学 学生会員 ○前田 淳哉

1. 序論

近年、供用年数が50年を超える古い橋梁が増え、落橋事故なども起きている。また、景気の悪化から、以前にも増して経済的に優れ安全性も高い合理的な橋梁が求められている。本研究では、日本と諸外国の8カ国の合成桁橋の設計比較を行うことにより各国の設計の特徴や考え方を考察し、合理的な設計とはどのようなものかを検討していくことを目的とする。ここでは、ベンチマークとなる同一設計条件を各国に提示し¹⁾、それに応募した設計を比較するものである。比較対象とした国は、ベルギー、アメリカ、イタリア、チェコ、ロシア、韓国、中国、日本の8カ国であり、それぞれの国の設計基準を適用して設計している。本論文では、主として主桁断面と腹板補剛材についての考察を行う。

2. ベンチマークの設計条件

ここでは、下記の設計条件を各国に提示し、この条件の下で設計結果を得た。これらの設計条件は、基本条件の外に死荷重を同じになるように定めている。

1. 支間長= 30 m
2. 道路幅員= 8.5 m
3. 支点条件= 単純支持
4. 主桁本数= 4 本
5. コンクリート床版厚= 0.24 m
6. コンクリート圧縮強度 (28 日) = 25 N/mm²
7. アスファルト舗装厚= 0.08 m
8. 地覆重量= 4.85 kN/m
9. 高欄重量= 0.5 kN/m
10. 鋼桁重量(外, 内主桁)=3.3 kN/m
11. ハンチ重量(外, 内主桁)= 1.5 kN/m
12. 型枠重量= 1.0 kN/m² (合成後除去)
13. 鋼材の降伏強度= 315 kN/mm² (あるいは同等)

3. 各国の設計比較

各国の設計結果(中主桁断面)の比較を表-1に示す。ここで、日本の設計はHで示されている。主桁間隔は、床版の連続部と片持ち部の強度バランスに大きく影響する重要な設計要素である。本設計においては主桁本数が4本と同一であるにもかかわらず、主桁間隔の取り方に各国でかなりの相違があることがわかる。

また、図-1では、主桁総断面積と断面2次モーメント(Iv)を示すが、主桁断面積にも大きな相違が認められ、総断面積が最大と最小の国で約2倍の差がある。日本の設計Hは総断面積で見るとかなり小さく、経済設計であると言える。断面2次モーメントにおいても同様に大きな差異が認められるが、日本の設計は中間値に位置している。断面2次モーメントの大きさによりたわみ値が決まるので、たわみ制限の考え方にも影響を与える。

表-1 設計結果の比較

	A	B	C	D	E	F	G	H
Top-Flange (Sectional area cm ²)	350*20 (70.0)	420*16 (67.2)	400*20 (80.0)	800*26 (208.0)	305*19 (58.0)	600*20 (120.0)	600*20 (120.0)	320*18 (57.6)
Web (Sectional area cm ²)	1925*20 (385.0)	1268*12 (152.2)	1495*12 (179.4)	1000*26 (260.0)	1067*15.9 (169.7)	1350*14 (189.0)	1650*10 (165.0)	1600*9 (144.0)
Bottom-Flange (Sectional area cm ²)	350*55 (192.5)	480*32 (153.6)	450*35 (157.5)	800*26 (208.0)	356*32 (113.9)	600*30 (180.0)	600*30 (180.0)	520*32 (166.4)
Total sectional area (cm ²)	647.5	373.0	416.9	676.0	341.5	489.0	465.0	368.0
Iv (cm ⁴)	9,490,000	3,650,000	4,990,000	3,120,000	2,188,000	4,530,000	6,212,000	5,673,000
Haunch thickness	70	70	70	70	50	70	60	85
Number of girders	4	4	4	4	4	4	4	4
Girder spacing	1.97 m	2.4 m	2.6 m	2.4 m	2.29 m	2.5 m	2.5 m	2.6 m
Yeild Strength (N/mm ²)	315	295	315	315	315	345	315	315
Depth of web/Span length	1/15.4	1/23.7	1/20	1/30	1/28.1	1/22.2	1/18.2	1/18.8

キーワード： 橋梁設計, 合成桁橋, 設計比較, ベンチマーク設計, 鋼道路橋

連絡先： 〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目1-1 北海学園大学工学部 TEL 011-841-1161

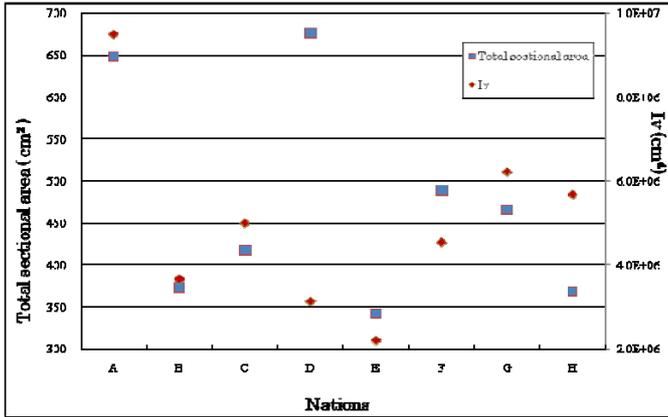


図-1 主桁断面積の比較

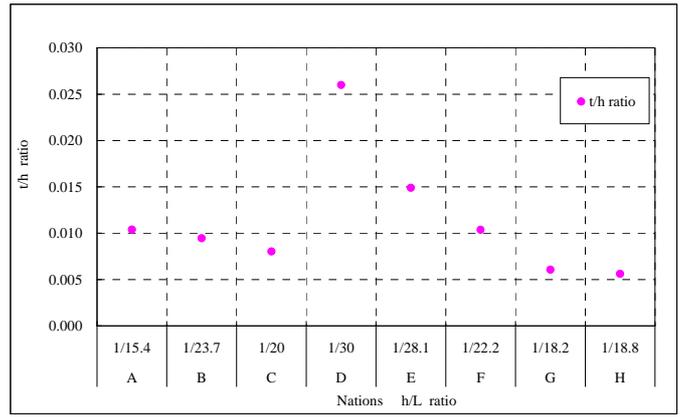


図-2 腹板の高さと厚さの比較

4. 腹板の比較

表-1で示すように、腹板高さは1000~1950mmと幅広い範囲にあり、また腹板厚さは最大と最小で約3倍の違いがある。図-2では、腹板高さと厚さ関係を示す。我が国では、経済的桁高は経験上スパンに対して1/18~1/20の間にあるとされ、今回のスパン30mに対する腹板高さで表すと1500~1666mmとなる。これに対して、各国の設計はむしろこの範囲に入るのが少なく、大きくばらついていることがわかる。

腹板の高さと厚さは、補剛材の必要性にも関係する。各国の設計において、補剛材を用いているかどうか提供された設計資料からは見られないが、道路橋示方書²⁾から次に考察してみる。図-3に、図-2と同じ腹板の高さと厚さの関係を実際値で示す。図中“-”マークは、道路橋示方書によって垂直補剛材を必要とする腹板の最小厚さ、“-”マークは水平補剛材を必要とする最小厚さを示す。腹板厚さがこれらのマークより下であれば、それぞれの補剛材が必要であることを意味する。設計Dは腹板高さが低くまた厚いため、両補剛材を省略することを意図した設計であると考えられる。一方、我が国の設計(H)およびGは両補剛材とも必要な設計となっている。その他の設計(A,B,C,E,F)は、水平補剛材は省略するが、垂直補剛材を必要とする設計となっている。すなわち、多くの国で水平補剛材を省略し、垂直補剛材は設けることを設計の主眼としている。

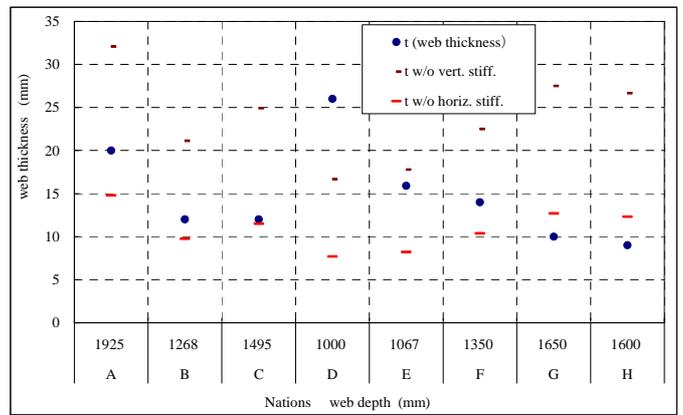


図-3 腹板の補剛材の限界値

5. まとめ

本論文では、ベンチマークという同一設計条件を提示して、異なった国で設計を行い比較することを試みた。もちろん、設計基準は各国で異なるため設計用活荷重も同じではなく、設計手法も許容応力度や限界状態設計法等と異なっている。しかし、現代では道路上を走行する各国の自動車荷重の実態には大きな相違はないと思われるので、ここに示した主桁断面等の設計結果はそのまま安全性の比較であり、また各国の設計方針の比較でもある。これらの結果にはそれぞれの国の特徴が現われていて、興味深い。

なお、本設計比較プロジェクトに参加したのは各国の大学等の研究機関やコンサルタントの個人であり、それらの設計は必ずしも各国の代表という訳ではないことをお断りしておく。

参考文献

1) TOMA, Shouji and DUAN, Lian: Comparative Study of Highway Steel Girder Bridge between Japan and USA, Paper ID 118, IABSE Symposium 2007, Weimar, September 19-21, 2007.
 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成14年3月。