

鋼道路橋の最新データに基づく鋼重分析

Stochastic Analysis of steel weight based on the most recent data for highway bridges

北海学園大学工学部 ○フェロー 当麻 庄司 (Shouji Toma)
同上 学生 神子島 甲 (Kabuto Kagoshima)

1. はじめに

鋼橋の設計条件には、形式・支間長・設計方法・構造的特徴など様々な要因が含まれ、それらの要因がすべて設計結果である鋼重に影響していると考えられる。そこで、橋種別に鋼重のデータをまとめて分析すると、その橋の設計的特徴がわかり、過去にそこに着目した研究が行われてきた^{1)~3)}。

本論文の目的は、過去の研究で扱われた平成 14 年（完工年度）より前の鋼重データに加え、新たに平成 14 年から平成 22 年（完工年度）までの各種道路橋の鋼重データを追加し、設計に用いるための経年比較や鋼重推定式を示す。ここで対象とした橋梁は、単純板桁橋、単純合成板桁橋、単純箱桁橋および連続板桁橋である。

2. 鋼重データの作成

鋼重（ kN/m^2 ）は、一般的に鋼重/（支間長×幅員）で整理される。鋼重のデータは、「橋梁年鑑」（日本橋梁建設協会）⁴⁾ からとり、EXCEL を使用して回帰直線により比較していく。比較対象橋梁は鋼床版を除き、設計荷重は B 荷重のものを使用する。

また、平成 18 年度（完工年度）以降の「橋梁年鑑」では鋼重の記載方法が変わり、これまでの研究で用いていた橋の主要構造部分のみの鋼重が記載されなくなり、伸縮装置や落橋防止装置等の付属構造物を含んだ総鋼重のみの記載になったので、平成 18 年以降は総鋼重を用いて比較検討を行った。

3. 各種道路橋の施工数の推移

設計の大きな傾向を見るために、各種桁橋の施工実績を図 1 に示す。これを見ると、平成 14 年あたりから橋梁の施工数が減少傾向にあり、特に平成 17 年から 20 年にかけては施工数が非常に少なく、昭和 53 年の施工数の 3 分の 1 程度しかない。これは近年の景気悪化に

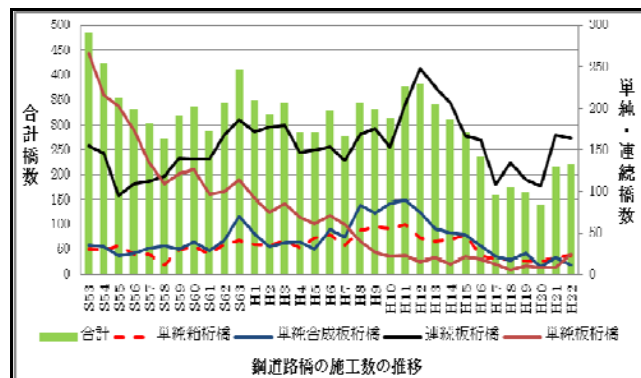


図-1 鋼道路橋の施工数の推移

より公共事業予算の削減が進められ、社会資本ストックを延命化し、維持管理する考え方に切り替えた影響があると思われる。

次に、各種桁橋ごとの施工実績を見ると、近年の施工実績の半分近くが連続板桁橋であることがわかる。連続桁橋は、床版のつなぎ目が少なくなるにより走向性が良く、また単純桁橋よりも耐震性が優れていることが、近年施工実績が多くなっている要因であると考えられる。

4. 単純板桁橋（非合成）

H14-17 と H18-22 の鋼重散布図をそれぞれ図 2、3 に示す。図中には平均値である回帰直線と 2 次曲線を示すが、回帰直線がよく全体の平均値を表していることがわかる。また、回帰直線（平均値）からの偏差をとって、その標本標準偏差を計算すると H14-17 が $\sigma = 0.296$ 、H18-22 が $\sigma = 0.379$ となった。参考までに相関係数 R もグラフ中に記載している。

先に述べたように、H18-22 は「橋梁年鑑」の表示改訂に伴い総鋼重を用いている。これを従来の鋼重と比較するために、H14-17 の鋼重実績を基に付属構造物を含めた総鋼重と含めない鋼重との差を算出し（スパン全体の平均では約 7%になる）、これを H18-22 の鋼重実績から差し引いて修正した。図 4 にこれらと H14-17 との比較を示すが、これを見ると H18-22 は H14-17 よりも若干低いことがわかる。

図 5 は過去のデータ³⁾ との経年比較を示したものである。これによると、昭和 53 年から平成 8 年までとそれ以降と 2 つのグループに分かれることがわかる。これは、平成 6 年に道路橋示方書が改定され、活荷重（B 荷重）が大きくなったためであり、その影響は完成年度となる平成 8 年以降に現れている。追加した H14-22 にかけての鋼重実績は平成 9 年以降のグループに属しているが、H18-22 は総鋼重を用いていることに注意を要する。したがって、H18-22 の鋼重は同じグループの他の年度に比べて、鋼重が小さめになっているといえる。

5. 単純合成板桁橋

単純合成板桁は非合成に比べて施工実績が少ない。これは、外国ではほとんどが合成桁橋として設計されていることと大きく異なっている。図 6 に H14-17 および図 7 に H18-22 の鋼重分布を示す。単純板桁橋（非合成）と同様に、図 8 に H14-17 の鋼重実績から H18-22 の付属構造物（この場合は約 9%）を除いた鋼重の比較

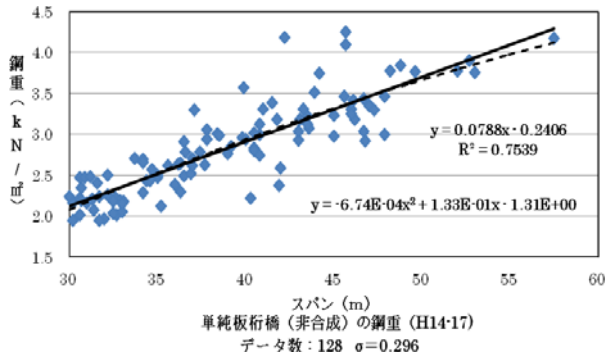


図-2 単純板桁 (非合成) の鋼重 (H14-17)

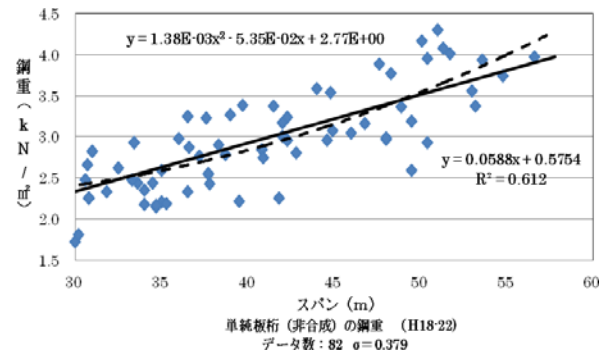


図-3 単純板桁 (非合成) の鋼重 (H18-22)

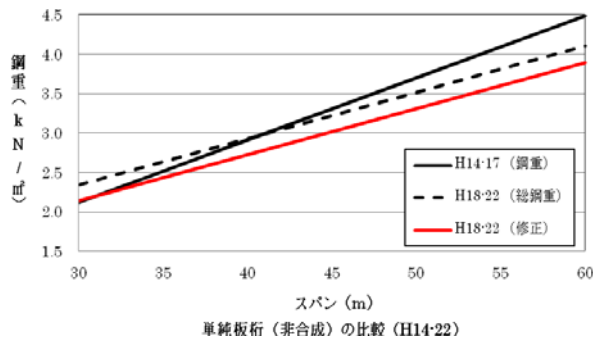


図-4 単純板桁 (非合成) の鋼重 (H14-22)

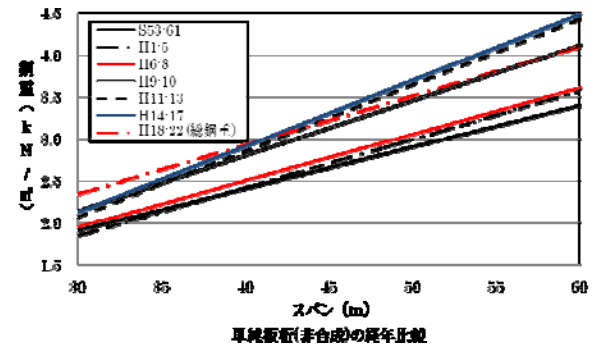


図-5 単純板桁 (非合成) の経年比較

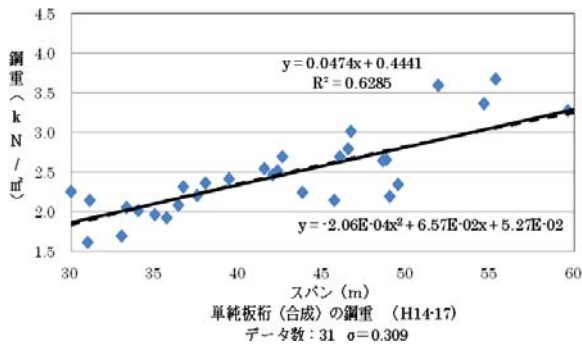


図-6 単純板桁 (合成) の鋼重 (H14-17)

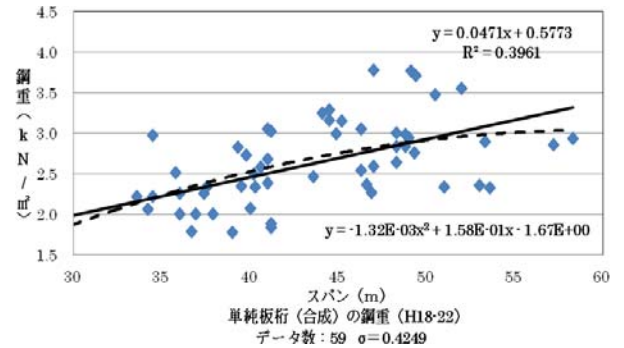


図-7 単純板桁 (合成) の鋼重 (18-22)

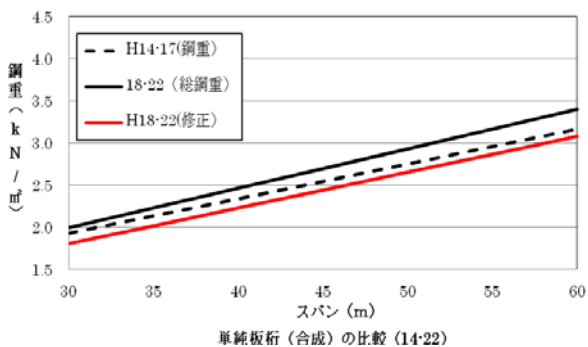


図-8 単純板桁 (合成) の比較 (H14-22)

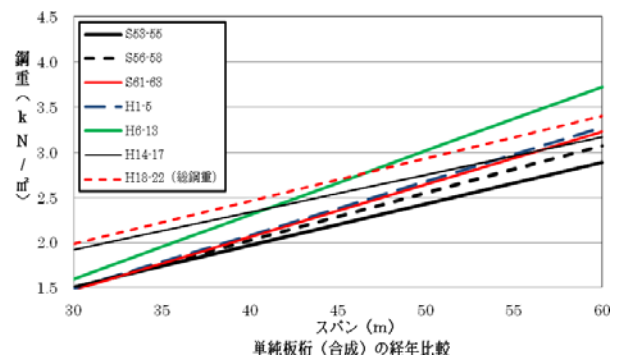


図-9 単純板桁 (合成) の経年比較

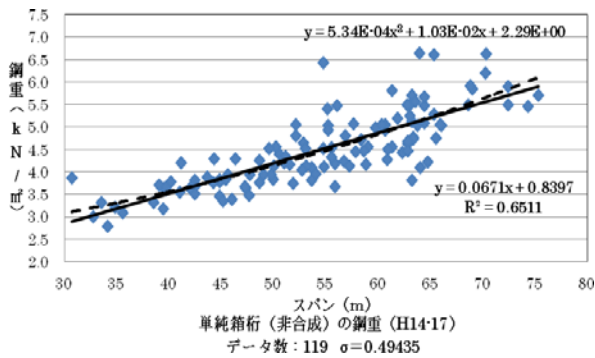


図-10 単純箱桁（非合成）の鋼重（H14-17）

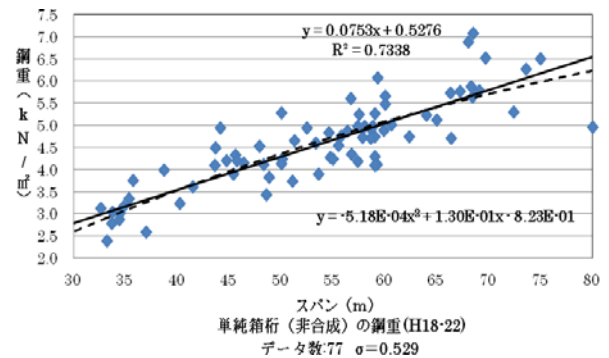


図-11 単純箱桁（非合成）の鋼重（H18-22）

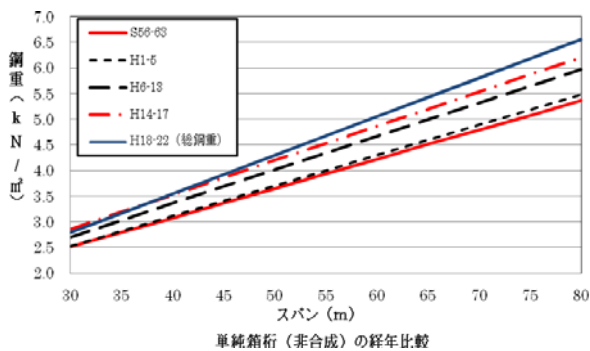


図-12 単純箱桁（非合成）の経年比較

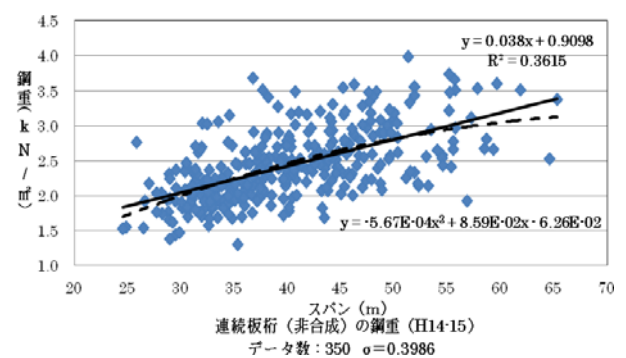


図-13 連続板桁（非合成）の鋼重（H14-15）

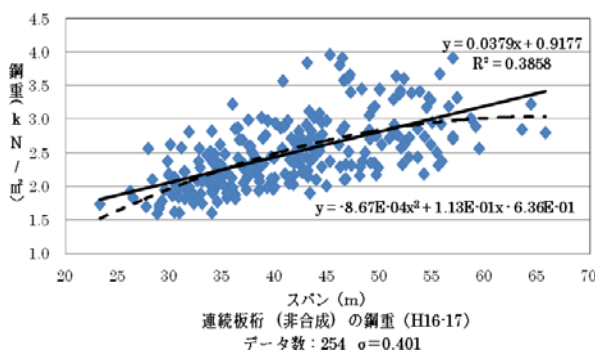


図-14 連続板桁（非合成）の鋼重（H16-17）

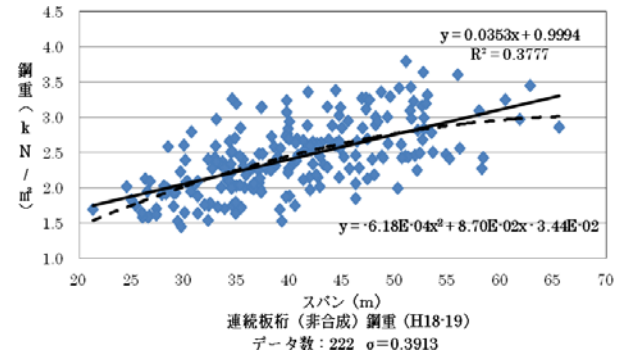


図-15 連続板桁（非合成）の鋼重（H18-19）

を示す。

図 9 に過去の鋼重との経年比較を示すが、データ数が少ない分傾きにばらつきがみられる。しかし、ここでも単純桁橋（非合成）と同様に、活荷重が増加したことによる影響が鋼重増として平成 8 年以降に表れている。

6.単純箱桁橋

H14-17 と H18-22 の単純箱桁橋の鋼重分布について、それぞれ図 10 と図 11 に示す。図 11 では、これまでと同様に鋼重として付属構造物を含んだ総鋼重を用いている。データ数は合成桁橋よりも多く、平均値を得るのに十分な数であるといえる。

また、図 12 に経年比較の図を示すが、これをみると

平成 5 年までの旧荷重とそれ以降の新活荷重（B 荷重）を含んだ場合では明確な違いがあることがわかる。H18-22 では総鋼重を用いていることを考慮すると、平成 6 年以降の平均鋼重には非常に良い一致がみられる。

7.連続板桁橋

連続板桁橋は、近年最も多く施工されている橋種でデータ数が多い。したがって、平成 14 年以降の鋼重分布は 2 年毎に整理し、それぞれ図 13～16 に示す。また、過去の研究^{1)～3)}では、連続桁の最大スパンとなる中央スパンを横軸にとって鋼重分布をプロットしているが、今回は連続している全スパンの平均を横軸にとって整理した。これはスパンの平均を採ったほうがデータのばらつきを抑えることができると考えたからである。

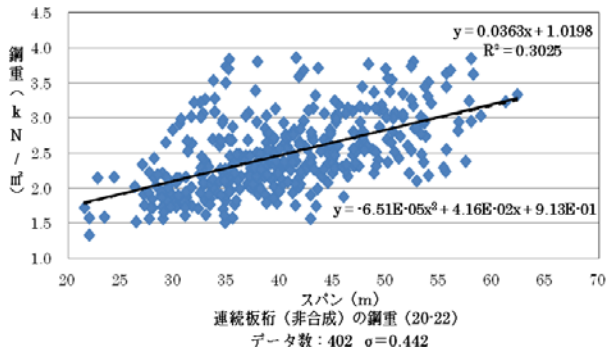


図-16 連続板桁（非合成）鋼重（H20-22）

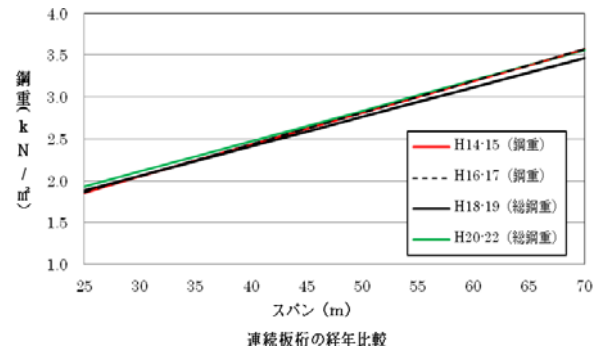


図-17 連続板桁の経年比較

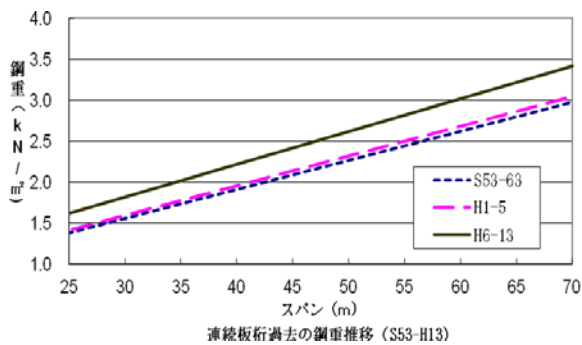


図-18 連続板桁過去の鋼重推移

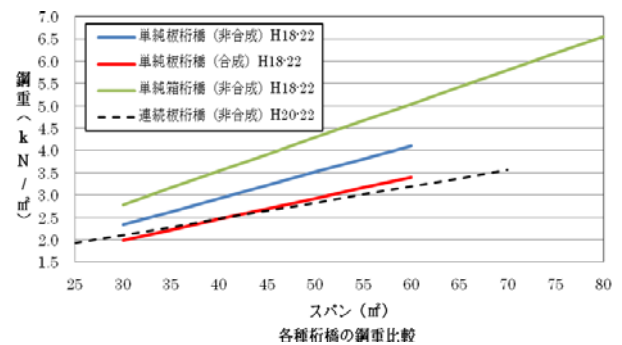


図-19 各種桁橋の鋼重比較

図 17 にこれらの比較図を示すが、それぞれの回帰直線はみかけ上よく一致していることがわかる。しかし、ここでは付属構造物が含まれた場合とそうでない場合があることに注意を要する。すなわち、実際には H18-22 が H14-17 よりも鋼重は小さくなっている。

図 18 に参考のため、中央スパンを横軸にとった過去の回帰曲線³⁾を示す。これは図 17 とは横軸のベースが異なるため、両者の直接の比較はしていない。

8.まとめ

ここまで検討してきた各種桁橋の鋼重の内、最近のデータ（H18-22）を比較すると、図 19 に示すようになる。これをみると、単純合成板桁橋と連続板桁橋（非合成）の鋼重はほぼ等しく、次に単純板桁橋（非合成）と単純箱桁橋（非合成）の順に重くなっている。また、これらの回帰直線の長さはほぼこれらの橋の適用スパンに相当している。

ここで示した橋種毎の鋼重データは、橋梁の初期設計における鋼重推定に使用されるものである。各図中に示された回帰直線式から鋼重を算定し、設計対象となる橋の構造的特徴、たとえば歩道の有無、斜角や曲線等の要素を加味して鋼桁の死荷重を精度よく推定することができる。

参考文献

- 1) 当麻庄司、鈴木巧、黒田保博：鋼道路橋の鋼重データに基づく構造的特徴の分析、土木学会論文集、No. 598、1998、7.
- 2) 当麻庄司、本田明成、倉真也：鋼道路橋の新荷重（B 荷重）による鋼重増加の統計分析、土木学会論文集、No. 619、1999、4.
- 3) 当麻庄司：鋼道路橋の鋼重実績と推定式、構造工学論文集、Vol. 52、2006 年 3 月。
- 4) 日本橋梁建設協会：橋梁年鑑、平成 14 年～22 年（完工年度）。