

I-A172 サンドイッチ型複合床版の継手強度特性

住友金属工業 正会員 柳本 泰伴 正会員 阿部 幸夫 正会員 井澤 衛

1. はじめに

少数主桁橋梁における床版の長支間化に対応可能で、現場施工の省力化や長期耐久性が期待できる床版として、鋼とコンクリートの複合構造によるサンドイッチ型複合床版^{1), 2), 3)}が提案されている。この床版の橋軸方向現場継手として、継手板を介して底鋼板を引張ボルトで連結する継手を考案した。この継手について、静的曲げ実験と定点疲労载荷実験を実施したので、その概要を報告する。

2. 静的曲げ実験

実験に用いた供試体は、桁間隔6mを想定した床版の73%縮尺モデル(幅1m)で、図1に示す継手を有している。この供試体を図2に示す方法で载荷した。継手ボルトの初期導入応力は、耐力の75%に相当する6750kgf/cm²とした。

载荷重と中央鉛直変位の関係を図2に示す。ここで、継手の剛性を評価するため、継手部に回転バネを仮定し、実験値と一致するようにバネ定数を逆算した。この結果、回転バネ定数は 2.48×10^3 tf・m/radであった。

実験ではボルトの破断で破壊した。そこでボルトを引張鉄筋とみなし、RC断面計算からボルト降伏荷重を求めたところ38tとなり、実験結果を大きく上回った。これは、底鋼板の引張力がボルトに伝達される際のもてこ反力により、ボルトの応力が増加したことが原因と考えられる。図3に底鋼板とボルトの歪の関係を示す。この図より、継手板の離間以降、底鋼板から伝達される引張力の約2.5倍(てこ反力係数 $\beta=1.5$)に相当するボルト軸歪が生じており、また、曲げの影響も含めると、ボルト下面での歪は、伝達引張力の約3.0倍($\beta=2.0$)に相当していることがわかる。そこで、このてこ反力を考慮して断面の終局荷重を求めると、 $\beta=2.0$ とした算定値が実験値と概ね一致(図2)した。すなわち、強度算定には、ボルトの曲げ応力も考慮して、てこ反力係数を2.0程度とする必要があるといえる。

なお、今回の実験では、破壊に際してデッキプレートは凹状に変形しており、局部座屈による凸状の剥離は生じなかった。このため、上記終局荷重はデッキプレートを有効として求めたが、本体部橋軸方向の曲げ载荷実験においては、デッキプレートが凸状に座屈して強度を発揮しなかった例³⁾もあり、継手部の設計においてもデッキプレートを無視して設計するのが妥当と思われる。

3. 定点疲労载荷実験

3.1 実験概要

一般に床版継手の疲労実験には、梁状の供試体を用いることが多い。しかしこの場合、次の理由により疲労強度を過小評価する可能性がある。①継手部設計モーメントとして等方性の版の値が用いられ

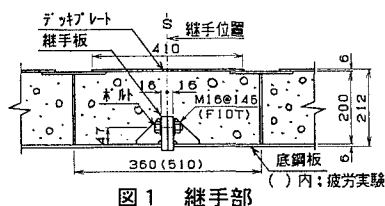


図1 継手部

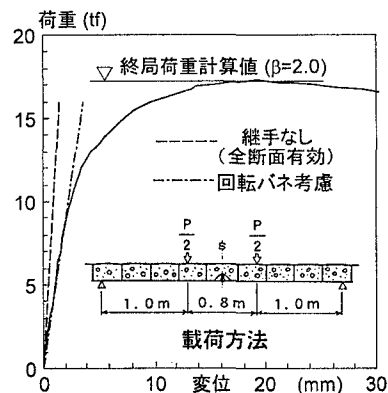


図2 中央鉛直変位

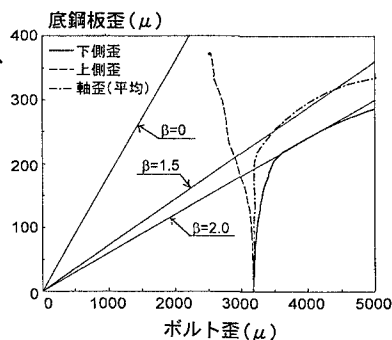


図3 底鋼板歪とボルト歪

床版、サンドイッチ形式複合構造、継手、てこ反力、疲労耐久性
〒314-02 茨城県鹿島郡波崎町砂山16 TEL 0479(46)5128 FAX 0479(46)5147

ることが多いが、継手部の剛性が本体部より小さい場合の発生モーメントはこれより小さくなる。②疲労劣化により継手部の剛性が低下すると、荷重の再分配が生じて継手部モーメントは更に低下するが、梁による試験ではモーメントが一定となる。

そこで、図4に示すように、版の供試体を用いて定点疲労載荷疲労実験を行った。この供試体は静的載荷試験と同じ縮尺モデルである。載荷重は、T60⁴⁾相当輪荷重(24t)に、縮尺および隣接する輪荷重による影響を考慮して、変動荷重範囲13t(最大14t、最小1t)とした。また、継手部にせん断力も作用するように、繰り返し載荷位置は、継手から159mm(床版上面からボルト位置までの深さ)偏芯させた。ただし、計測時には継手位置(床版中心位置)に載荷した。歪の測定値およびFEM解析から、偏芯載荷時の継手部モーメントは中央載荷時の約80%であった。

3.2 実験結果

図5に繰り返し載荷による変化を示す。2百万回の載荷に対し、鉛直変位や継手目開きおよびボルト軸歪の変化は小さく、疲労による有意な影響はみられない。したがって、この継手はT60荷重に対して十分な耐久性を有していると考えられる。

図6に中央載荷時の鉛直変位を示す。ここで、FEM解析における継手は、静的載荷試験より求めた回転バネとしてモデル化した。解析では、床版に継手を設けることにより中央変位が約16%増加している。実験結果は継手を有する解析値とよく一致している。

図7に継手部の、橋軸方向および橋軸直角方向モーメント解析結果を示す。継手の存在によるモーメントへの影響をみると、橋軸方向では50%以下に減少していることがわかる。一方、橋軸直角方向のモーメント増加は約10%程度である。

4. まとめ

- ①ボルトの軸応力に対する反力係数は約1.5であり、これに曲げによる歪みの増分を考慮すると約2.0となる。
- ②継手板が十分厚い場合、継手の静的な耐力は上記でこの反力を考慮することにより評価出来る。
- ③版による定点疲労載荷実験より、引張ボルト継手が十分な耐久性を有することが確認できた。
- ④実際の床版において継手部に作用するモーメントは、等方性の版として求める場合と比べて大幅に小さい。

最後に、実験に際して大阪大学工学部松井繁之教授から貴重な助言を頂いたことを記し、謝意を表します。

<参考文献>

- 1)、2)阿部他：サド'イッチ型複合床版の静的曲げ強度特性、疲労強度特性、土木学会第51回年次学術講演会、'96。
- 3)阿部他：サド'イッチ型複合床版の力学的挙動、鋼構造年次論文報告集、'96。
- 4)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説、'93。

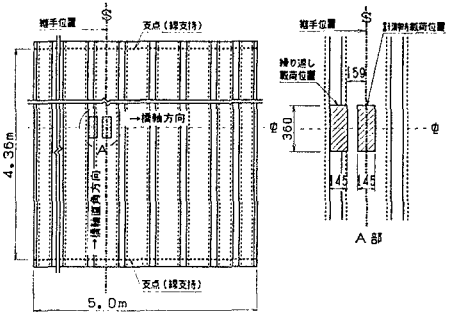


図4 定点疲労載荷実験(平面図)

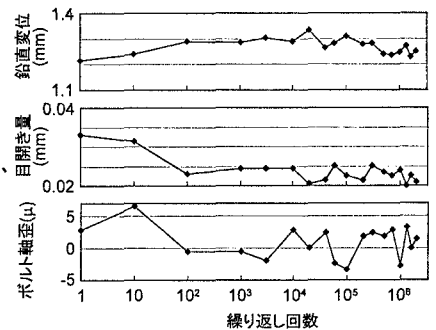


図5 繰り返しによる変化

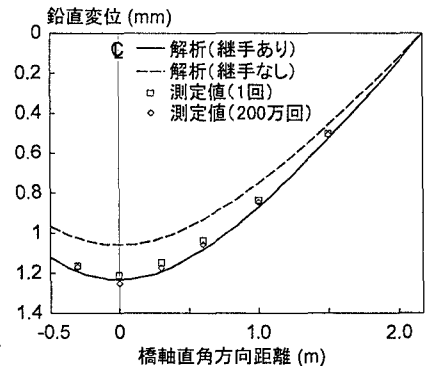


図6 鉛直変位分布

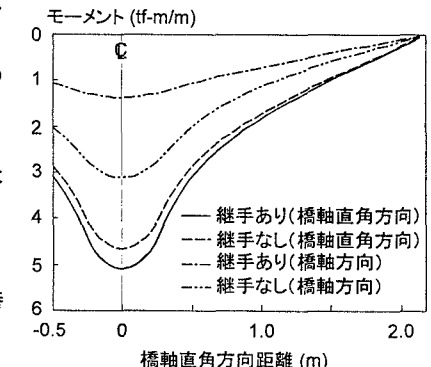


図7 モーメント分布(解析)