

(I-15) 連続合成桁の力学性状に関する実験的研究

宇都宮大学 学生員 植木 雅雄, 正会員 中島 章典
宇都宮大学 学生員 土岐 浩之, 正会員 斉木 功
トピー工業 平 正和

1. はじめに

1940年代の後半にドイツで開発された合成桁橋は、いち早く我が国の橋梁設計に取り入れられ、多数の単純および連続形式の合成桁橋が架設された。しかし1965年頃から、連続合成桁の中間支点部に生じる負曲げモーメントによるコンクリート床版のひび割れ損傷などが問題になり、この形式の橋梁の採用が見合わされていた¹⁾。しかし現在我が国では、合成桁特有の合理性および経済性に加え、連続桁の耐震性や防音性、走行性などに着目し連続合成桁橋が再度見直されている。

そこで本研究では、まず連続合成桁の力学性状を把握することを目的とし、全長にわたりコンクリート床版（以下RC床版）の試験体を2体、さらに床版のひび割れ対策を目的として中間支点付近のRC床版を、引張強度に優れた鋼に置き換えた試験体を2体、計4体の静的載荷実験を行い力学性状を比較検討した。

2. 実験概要

試験体の形状を図-1、図-2に示す。試験体は1スパン2000mm、全長4200mmの2径間連続合成桁とし、全長RC床版の試験体2体をそれぞれ、NCB(Normal section Composite Beam)a、NCBb、また中間支点付近のRC床版を鋼に置き換えた試験体2体をそれぞれ、DCB(Different section Composite Beam)40、DCB200と呼ぶことにする。英文字のあとの数字は、RC床版との左、右結合部から中間支点方向へのコンクリート充填量であり、それぞれ左、右結合部より40mm、200mmずつ充填されていることを示す。鋼桁の支点および載荷点位置には、ウェブの座屈防止のために鉛直補剛材を取り付けることとした。すれ止めには軸径13mm、全高70mmのスタッドを使用し、支点上より100mm間隔で2列溶植した。またDCB200では、図-2に示す断面c内のコンクリートが抜け出すことを防ぐために、逆スタッドを80mm間隔で2列配置し計8本溶植した。載荷方法は全スパンの1/4点に1点集中載荷とした。また、左および中間支点の反力の測定にはロードセルを使用した。

3. 実験結果および考察

試験体により多少の差はあるが、荷重約530kNで載荷点下フランジが曲げで、約600kNで載荷点と中間支点間のウェブがせん断で、それぞれ降伏した。

図-3に載荷点における荷重とたわみの関係を示す。図より弾性範囲内の、試験体の違いによるたわみの差はほとんどなく、また最高荷重は、若干DCBの方がNCBより大きくなっていることがわかる。

図-4、図-5にそれぞれ試験体NCBb、DCB200の曲げモーメント再分配を見るため、荷重と支点反力の弾性解との比を示す。ここでの弾性解とは、引張コンクリートを無視し、さらに線形弾性体と仮定してFEMにより計算した値である。つまり弾性解との比が1から離れるにしたがって、モーメント再分配が大きいことを示す。ただし荷重が小さい段階からずれているのは、モーメント再分配によるものではなく、測定誤差によるものと考えられる。図-4より荷重が500kNを越えたあたりから、弾性解との比が中間支点では小さく、左支点では大きくなっている。これは、載荷点よりも先に中間支点付近が塑性化したためと考えられる。モーメントの大ききで比較すると載荷点の方が大きい

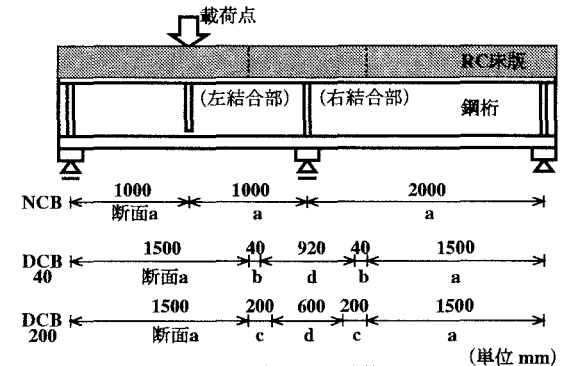


図-1 合成桁試験体

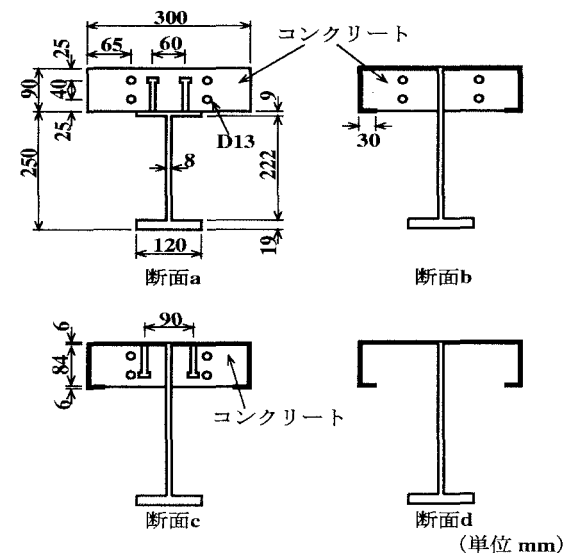


図-2 合成桁断面

Key Words: 連続合成桁, 床版のひび割れ, 完全合成, 鋼床版, 実験

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6230

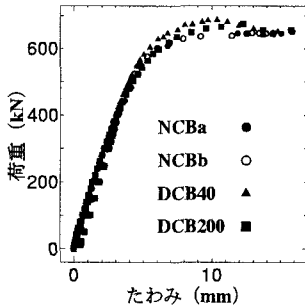


図-3 載荷点における荷重とたわみの関係

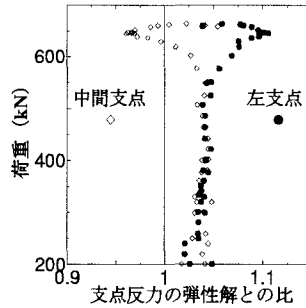


図-4 荷重と曲げモーメント再分配との関係 (NCBb)

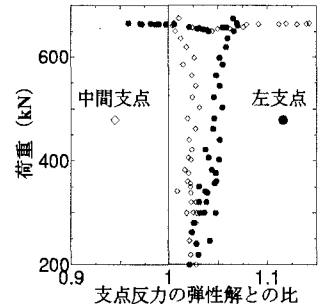


図-5 荷重と曲げモーメント再分配との関係 (DCB200)

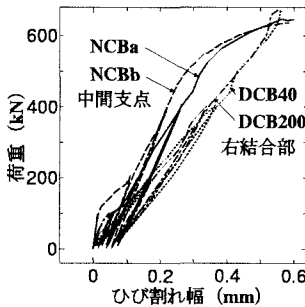


図-6 荷重とひび割れ幅の関係

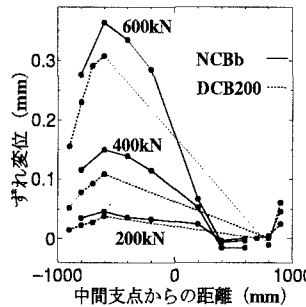


図-7 橋軸方向のずれ変位分布

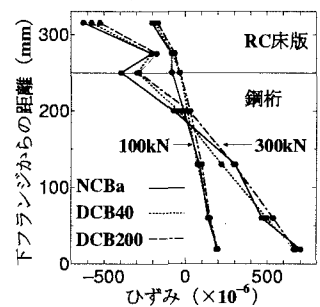


図-8 載荷点桁高方向のひずみ分布

が、載荷点と中間支点間のせん断力の影響が大きいためフランジのひずみは小さいにもかかわらず、ウェブが塑性化した可能性がある。また最終的には弾性解との比が中間支点では大きく、左支点では小さくなっている。これは載荷点下フランジの塑性化によるものだと考えられる。また図-5 から、DCB200 も最終的な挙動はほぼ同様であることがわかるが、図-4 と比較すると弾性解との比が中間支点では小さく、左支点では大きくなる傾向があまりみられない。

図-6 に荷重とひび割れ幅の関係を示す。ひび割れ幅の測定には、 π 型変位計を使用した。この図に示すひび割れ幅は、それぞれの試験体における測定結果の中で最も大きいひび割れが生じた点、NCB では中間支点、DCB では断面が変わる右結合部（中間支点+500mm）のものである。NCB は、荷重が 500kN を越えたあたりからひび割れ幅が急激に大きくなっている。一方 DCB の挙動は直線的である。この理由としては、荷重の増加により鋼床版奥の鉄筋溶接がはずれたり、鋼板とコンクリートの付着が弱くなることなどから、コンクリートが割れるのではなく鋼床版から抜け出しているような挙動をしている可能性があると考えられる。特にコンクリート充填量の少ない DCB40 は、載荷後試験体の観察により、その様子が見られた。また図から、DCB40 と DCB200 の違いはほとんどなく、NCB と DCB のひび割れ幅の差も、DCB の方が若干大きいけれどもそれほど大きな差はないと考えられる。

図-7 に橋軸方向の鋼桁と RC 床版に生じるずれ変位分布を示す。ずれの測定には、クリップ型変位計を使用した。載荷点と中間支点間のせん断力が大きいため、

スタッドに作用する水平せん断力が大きくなり、その間のずれが大きくなっている。また、荷重が大きくなるにしたがってずれ変位は急激に大きくなり、DCB に比べ NCB の方がずれ変位は大きくなっている。

図-8 に桁高方向のひずみ分布を示す。この断面は、鉛直補剛材や載荷点直下での影響を避けるため、中間支点側に 100mm 移動させた断面でのものであり、RC 床版の値は鉄筋のひずみである。ひび割れの影響がないと考えられる、荷重 100kN では平面保持が成り立っており、完全合成といえるが、ひび割れの発生している荷重 300kN では平面保持は成り立っていない。つまり、初期の荷重段階（ここでは 100kN）でのみ平面保持は成立し、それ以降は平面保持は成立しないと考えられる。このことは他の断面、試験体についても同様のことがいえる。また図より、下側の鉄筋のひずみが圧縮であることから、完全合成と非合成の中間の挙動をしていると考えられる。また、鋼桁上フランジのひずみが DCB に比べ NCB の方が若干大きいのは、図-7 よりずれ変位が DCB に比べ NCB の方が大きいためであると考えられる。

4. おわりに

本研究により、連続合成桁の基本的な力学性状を把握することができた。また、今回提案した一部鋼床版の連続合成合成桁については、通常の連続合成桁と比較して、大きな差は見られなかったが、結合部については、今後更に検討する必要がある。

参考文献

- 1) NCB 研究会：新しい合成構造と橋，1996.2