

硬質ウレタンを充填した連続合成床版橋の負曲げ挙動に関する検討

九州大学	学生員	○山田岳史	堂蘭信博
九州大学	正員	太田俊昭	日野伸一
㈱宮地鐵工所	正員	太田貞次	
㈱佐藤組	正員	財津公明	

1. まえがき

最近の車両走行性の向上をめざした橋梁の連続化志向の中、比較的中小スパンの単純橋を対象として開発され、実用に供せられている鋼板・コンクリート合成床版橋にも、連続化への適用拡大が望まれている。しかし、この合成床版橋の連続化への問題点は、負曲げに伴い発生するコンクリート床版のひび割れであり、それに起因する底部鋼板内部の腐食劣化である。そこで、図-1に示すような引張域コンクリートを軽量で、非透水性に優れた硬質ウレタンで置換した軽量合成床版橋¹⁾の底部鋼板への防錆効果に着目し、この新しい橋梁形式を連続化することにより、問題の解決を図ることとした。

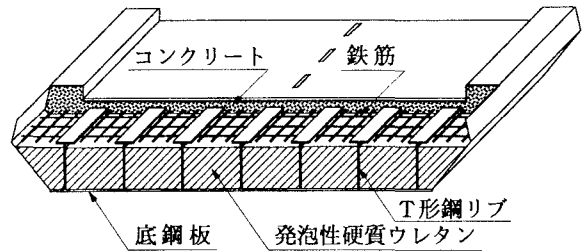


図-1 硬質ウレタンを充填した軽量合成床版橋概念図

本研究では、上述の軽量合成床版橋の2径間連続模型²⁾を製作し、負曲げ試験を行った。すなわち、中間支点部の負曲げに伴う橋軸方向引張力を、補強鉄筋とT形鋼上フランジで負担することの妥当性と、中間支点部の鋼板・コンクリート接合面にも、防錆効果を期待した硬質ウレタン層を設けることによる力学的問題が何ら生じないことを検証することが目的である。

2. 供試体概要

図-2に、供試体の一般図および断面図を示す。使用材料は、鋼材SS400、鉄筋SD295、コンクリート圧縮強度 430kgf/cm^2 、硬質ウレタンの圧縮強度 $3\sim 4\text{kgf/cm}^2$ である。全長420cm、支間200cmの2径間連続形式で、全高23cm、幅30cmの供試体を6体製作し、そのうち3体は、中間支点部の全段面にコンクリートを充填したタイプAであり、他3体は、圧縮域の鋼板・コンクリート接合面に厚さ10mmのウレタン層を設けたタイプBである。各スパン中央1点線載荷の静的載荷試験に各タイプ2体、設計荷重相当の27.0tfを最大荷重、8.0tfを最小荷重とした振幅速度2Hzの繰返し載荷試験に各1体を用いた。中間支点部には底部鋼板の座屈防止に補剛縦リブを配した。負曲げに伴う橋軸方向引張力を補強鉄筋とT形鋼上フランジで負担させるため、補強鉄筋量を上フランジと合わせてコンクリート有効断面積の3%とした。また、T形鋼とコンクリートのずれ止めに、圧縮域のウェブに15cm間隔で、ずれ止め鉄筋(D13)を溶接した。ここで、中間支点部の引張域では、ずれ止め鉄筋を配置せず、鋼材とコンクリートの付着力のみの不完全合成状態とした。

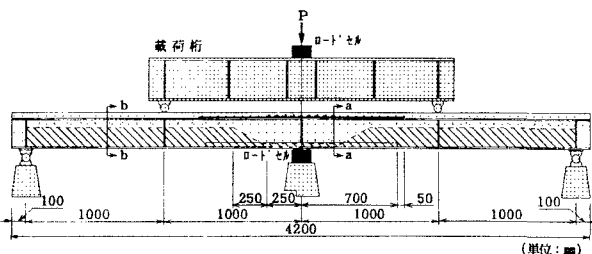


図-2(a) 供試体および載荷試験の一般図(タイプB)

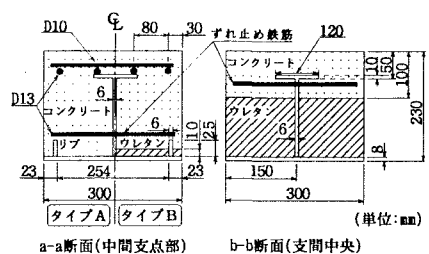


図-2(b) 供試体の断面図

3. 実験結果および考察

処女載荷および200万回疲労試験後の静的破壊試験から得られた結果の一例として、終局耐力一覧を表-1に、さらに荷重と載荷点のたわみの関係を図-3に示す。図-3の無印の実線は、コンクリートの引張抵抗無視による断面合成を用いた弾性解析値である。また、●印付きの実線は、材料非線形性ととも曲げおよびせん断の影響を考慮した断面分割法に基づく弾塑性解析の結果である。さらに、両解析とも中間支点部を含めて全域にわたり鋼材とコンクリートの完全合成を仮定した。実験値と計算値の一致から実験模型桁が、全体挙動としては、完全合成の2径間連続桁としての挙動を示していると判断される。なお、タイプA、B間の有意差は認められず、中間支点部の圧縮域接合面に硬質ウレタンを設けることによる力学的影響はないものと考えられる。

次に、中間支点部付近の挙動の一例として、断面内ひずみ分布およびコンクリートの荷重-ひび割れ幅曲線を図-4,5に示す。図-4より、補強鉄筋位置が不連続点となり、部分的に平面保持則が成立しない結果を示している。これは、補強鉄筋のすべりと同時に、局部的な不完全合成状態を示しているものと考えられる。また、図-5より、過大なひび割れ幅を示したタイプA(疲労後)を除いては、許容ひび割れ幅を満足した。これより、中間支点部の接合面に硬質ウレタン層を設けることによる力学的影響は認められないが、中間支点部のコンクリートのひび割れ制御については、必ずしも十分でないことが明らかになった。

以上より、本合成床版橋の連橋への適用が可能であることが確認された。しかし、中間支点部における最適補強鋼材比および合成度については、今後の検討が必要である。

【参考文献】

- 1)太田貞次ら：硬質ウレタンを充填した合成型枠橋の開発研究，構造工学論文集Vol. 39A(1993年3月)
- 2)日野伸一ら：硬質ウレタンを充填した軽量合成床版橋の連続化に対する実験的検討，構造工学論文集Vol. 39A(1995年3月)

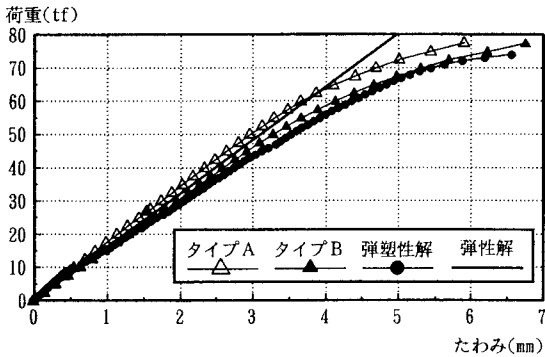


図-3 載荷点の荷重-たわみ曲線

表-1 終局耐力一覧

供試体		実験値(tf)	計算値①(tf)	計算値②(tf)
タイプA	静的No.1	79.46	78.0	74.3
	静的No.2	79.32	1.02*	1.07*
	疲労後	81.33	1.04*	1.09*
タイプB	静的No.1	78.54	76.6	74.3
	静的No.2	78.65	1.03*	1.06*
	疲労後	79.76	1.04*	1.07*

*印は計算値に対する実験値の比率を表す
計算値①：破壊抵抗曲げモーメントを導入した
極限解析(塑性ヒンジ法)値
計算値②：断面分割法に基づく弾塑性はり理論による解析値

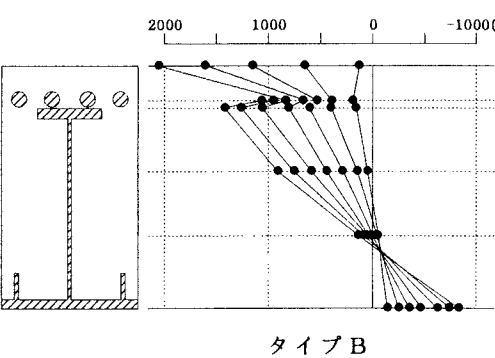


図-4 中間支点部のひずみ分布図

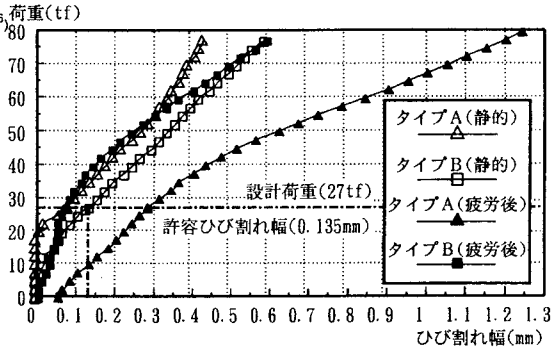


図-5 荷重-ひびわれ幅曲線