

波形鋼板ウェブを用いた合成桁の接合部に着目した検討

九州工業大学
新構造技術(株)学生会員 内野裕士
正会員 栗根聡九州工業大学
(株)ピーエス正会員 幸左賢二
正会員 張建東

1. はじめに

波形鋼板ウェブ PC 橋は、コンクリートウェブに波形鋼板を用いた合成構造であり、その利点として主桁自重の軽減とそれに伴うスパンの長大化、施工の合理化、コストの縮減、高いせん断座屈強度などが期待できる。しかしながら異種材料間(波形鋼板と上下コンクリートフランジ)の合理的な接合方式や橋軸方向の波形鋼板の継ぎ手方法、耐疲労性状などの設計上の課題も残されている。現在採用されている接合方式の中では、波形鋼板をコンクリートフランジに埋め込んだ埋込み接合方式は最も経済的であることが考えられる。ここでは、埋め込み接合方式の波形鋼板ウェブ PC 桁を用いて静的な載荷実験を行い、接合部に着目した検討を行い、接合部の破壊メカニズムを明らかにした。

2. 実験概要

波形鋼板ウェブに拘束鉄筋として異形鉄筋を溶接しコンクリートフランジ中に埋め込んだ従来の接合方式(No.1 供試体)と異形鉄筋を L 型チャンネルに替えボルト止めしコンクリートフランジ中に埋め込んだタイプ(No.2 供試体)の実験を行った。ここで、新たに提案する接合部の適用性の検討を行うために両供試体のずれせん断耐力がほぼ等しくなるように設計している。さらに、曲げ耐力とずれせん断耐力がほぼ等しくなるように設計することで実橋を想定した場合に接合部の耐力が最も危険側となるようにした。

3. 実験結果

図-1 にスパン中央における荷重-変位関係を示す。両供試体でクラック発生および鋼材の降伏荷重に差は見られず No.1 供試体は載荷荷重 1100kN で上側コンクリートフランジが圧壊し、No.2 供試体は載荷荷重 1000kN で PC 鋼棒のひずみが 6000 μ を超え、それまでの挙動が No.1 供試体と同様であったことから上側コンクリートフランジの圧壊で終わることが想定されたのでここで実験を終了した。したがって、ここでは No.2 供試体について実験結果を示す。図-2 に No.2 供試体スパン中央の下側コンクリートフランジにおける各鋼材のひずみ分布とハダ隙の進展状況を示す。載荷荷重 550.0kN までは橋軸方向の各鋼材のひずみが 500 μ 以下でひずみ量が大きく変わらないことから下側コンクリートフランジの鋼材とコンクリートが一体となって変形していると考えられる。また、載荷荷重 600.0kN 以上では主鉄筋と拘束鉄筋のひずみが大きくなり、拘束鉄筋は載荷荷重 710.0kN で主鉄筋は載荷荷重 721.4kN で降伏した。これらの、鋼材の降伏位置は下側コンクリートフランジにクラックが貫通した位置と一致している。橋軸直角方向に配置した貫通鉄筋のひずみ分布は載荷荷重 750.0kN から引張りひずみが発生し、ハダ隙の進展

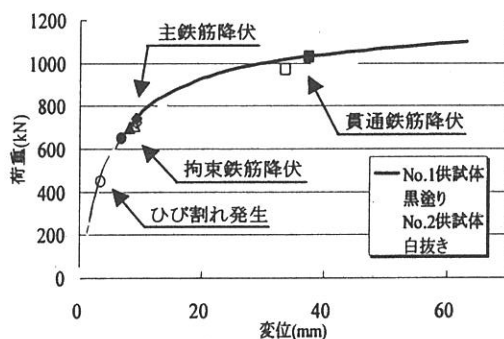


図-1 荷重-変位関係

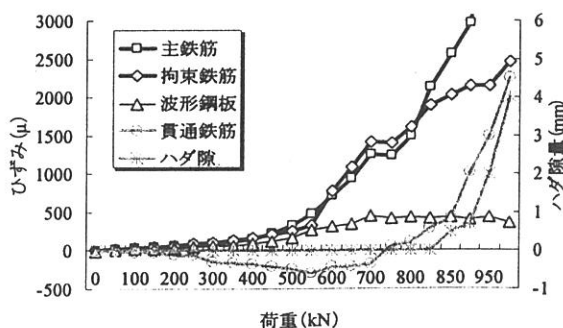


図-2 鋼材のひずみ分布とハダ隙の進展状況

と共に貫通鉄筋のひずみが大きくなっていることから、ハダ隙に対して有効に働いていると考えられる。一方、クラックの進展は載荷荷重 449.6kN で下コンクリートフランジ側面にクラックが発生し、載荷荷重 800.0kN でコ

表-1 接合部の安全性

	鉄筋降伏荷重① Py(kN)	ずれせん断終局 荷重(kN)	クラック到達荷重② (kN)	安全率 ②/①
No.1供試体	742.0	770.2	850.0	1.15
No.2供試体	721.4	806.7	850.0	1.18

ンクリートフランジ上面に到達した。その後、接合部に向かってクラックが進展して載荷荷重 850.0kN (= 1.15Py) で波形鋼板にクラックが到達した。実験では終始曲げの挙動を示しているため、接合部にクラックが到達した荷重を鉄筋降伏荷重で除することで接合部の安全率とした(表-1)。接合部にクラックが到達すると雨水等の進入により耐久的な問題が発生するが、実橋では許容応力度法により設計されるため鉄筋降伏に対して十分な安全が見込まれているためクラックによる接合部の耐久的な問題は生じないと考えられる。

4. 破壊メカニズム

図-3 にハダ隙の発生状況を示す。載荷荷重 1000.0kN 時、約 4mm のハダ隙が確認された。また、図-4 に下側コンクリートフランジに着目した接合部におけるハダ隙発生メカニズムを以下に示す。



図-3 接合部のハダ隙現象

- ①載荷荷重 700 kN で波形鋼板を拘束していた部材が曲げ引張り力によって降伏する。
- ②主鉄筋が降伏後、下コンクリートフランジ上面にて側面から進展したクラックが波形鋼板まで到達する。これによって波形鋼板の形状を保持する部材が無くなる。
- ③コンクリートフランジと波形鋼板の橋軸方向の伸びが異なるためにハダ隙現象が発生、進展していくと考えられる。

よって、ハダ隙の発生は鋼材の曲げ降伏後の荷重であり、実橋では許容応力度法により設計されるためハダ隙は生じないと考えられる。

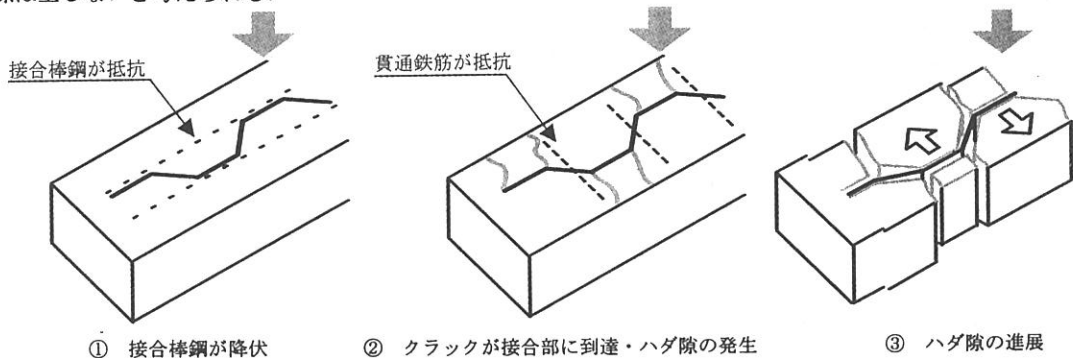


図-4 ハダ隙の発生・進展メカニズム

5. まとめ

- ①ずれせん断終局荷重以降も接合部にずれの現象は見られず接合部にクラックが到達した載荷荷重 850kN で同時にハダ隙現象が確認された。
- ②ハダ隙は波形鋼板が平板に戻ろうとする挙動が拘束されなくなりコンクリートフランジと波形鋼板の橋軸方向の伸び量が異なるため発生する。
- ③接合部にクラックが到達・ハダ隙が確認された荷重は 1.15Py 以上であることから実橋に埋込み接合方式を採用してもクラックおよびハダ隙による耐久的な問題は無いと考えられる。