

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（2年目の研究対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職
	みやした たけし 宮下 剛		長岡技術科学大学		准教授
②研究 テーマ	名称	部分係数設計に向けた塑性化を考慮した鋼桁設計法の研究開発			
	政策 領域	[主領域] 4：コスト構造改革	公募 タイプ		
	[副領域]				
③研究経費（単位：万円）	平成29年度	平成30年度	平成31年度	総合計	
	1887	2396	2440	6723	
※H29は精算額、H30は受託額、H31は計画額を記入。端数切捨					
④研究者氏名	（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）				
氏名	所属・役職				
小野 潔	早稲田大学 教授				
北根安雄	名古屋大学大学院 准教授				
野阪克義	立命館大学 教授				
林 偉偉	早稲田大学 准教授				
⑤研究の目的・目標	<p>橋梁の建設コストの縮減に向けては、終局状態において道路橋を構成する部材の一部塑性化を考慮した耐荷力評価法を確立することが望まれる。しかし、鋼橋で最も一般的な形式である桁構造の耐荷力評価法は、部材の線形挙動内での評価が中心であり、昭和48年から40年以上の間改定されていない。他方、耐荷力に関する研究が不足しているため、新たな設計法を開発する上で、必要な情報が十分ではない。そこで、一般的な鋼桁の研究と比較して高い技術・学術レベルが要求される載荷実験および数値解析によるシミュレーションを実施して、部材の一部塑性化を許容した鋼桁の耐荷力特性に関する情報を収集するとともに、実験・解析結果の他、諸外国における既往の研究、道路橋の設計法に関する情報収集を行い、塑性化を考慮した鋼桁の設計法の提案を行う。</p>				

## ⑥これまでの研究経過

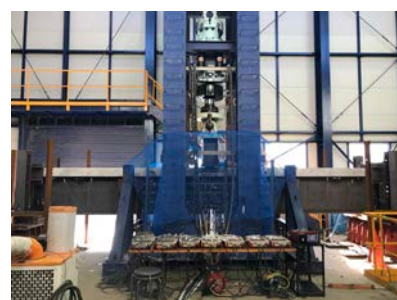
平成30年度の研究計画は、コンクリート床版を有する鋼桁について、(1) 耐荷力実験、(2) 耐荷力の数値解析、(3) 塑性化を考慮した鋼桁設計法の開発である。

(1)については、5体の合成桁試験体を製作し、2018年11月中旬から12月末にかけて、駒井ハルテック富津工場にて、4点曲げ試験（1体）ならびに3点曲げ試験（4体）を実施した（図1）。4点曲げ試験は、昨年度の研究結果をもとに、床版内の鉄筋配置といったディテールを検討したもので、図2に示すように、粘り強い構造を実現することができた。また、3点曲げ試験は、設計法の開発に向けて、合成桁の曲げ・せん断耐荷力を把握するものであり、ウェブ幅厚比を道示設計とした試験体をベースに、ウェブ幅厚比を大きく（緩和）したケース、曲げ・せん断比率を変更したケース、床版と鋼桁の合成効果を変更したケースを設けた。合わせて、限界状態の設定に向け、降伏変位を基準とした繰り返し載荷といった試験方法についても考慮した。

(2)については、今年度の実施した試験体の再現解析を通じて、解析手法の精度を確認すると共に、ウェブの幅厚比や支点間距離、床版と鋼桁の合成効果等をパラメータとしたパラメトリック有限要素解析を実施している。(3)については、これまでの実験結果ならびに解析結果をもとに、関係機関との協議も交えながら、検討を進めている。



(a) 4点曲げ試験



(b) 3点曲げ試験

図1 実験状況

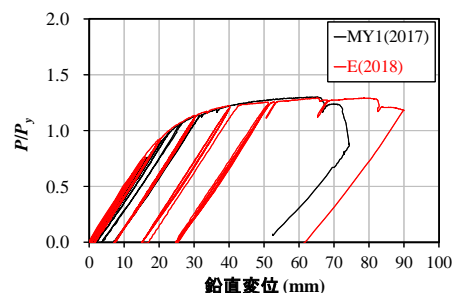


図2 荷重－変位関係  
(4点曲げ試験)

## ⑦研究成果の発表状況

- 宮下剛，松澤和憲，小野潔，林偉偉，野阪克義，北根安雄，白戸真大，澤田守，橘肇：部分係数設計法に向けた合成桁の曲げ耐荷力実験，第73回土木学会年次学術講演会，2018年8月
- Jiawei Chen, Kang Liu, Heang Lam, Weiwei Lin, Takeshi Miyashita and Kiyoshi Ono: Numerical Study on the Steel-Concrete Composite Beams Subject to Bending Moment, Proceedings of the 11th Japanese-German Bridge Symposium, 2018.
- 宮下剛，小野潔：塑性化を考慮した鋼桁設計法の開発，土木技術資料（投稿中）

## ⑧研究成果の活用方策

これまでの検討から、以下が明らかとなった。

### (1) 曲げ耐荷力の検討

- a) 従来の道示設計でも全塑性モーメントに達し、降伏モーメント以降の強度を期待できる。
- b) さらに、床版内の鉄筋配置を工夫することで、床版が圧壊して最大強度に達した以降も粘り強い構造とすることができる。
- c) ウェブ幅厚比を大きくしても、塑性中立軸が床版あるいは上フランジ内であれば、全塑性モーメントに達することができ、桁の断面性能を有効活用できる。

### (2) 曲げ・せん断耐荷力の検討

- a) 従来の道示設計でも全塑性モーメントに達し、降伏モーメント以降の強度を期待できる。
- b) ウェブ幅厚比を大きくしたケースや曲げ・せん断比率を大きくしたケースでも全塑性モーメントに達する。
- c) いずれのケースでも曲げ耐荷力とせん断耐荷力の間に相関は見られない。
- d) 床版と鋼桁の接触面に剥離剤を塗布して合成効果を低減させた試験体でも、剥離剤を塗布しない試験体と同様の荷重-鉛直変位関係ならびに破壊形態を示した。

いずれの項目も鋼桁の限界状態を設定する上で、道路橋示方書にフィードバック可能な有益な知見と言える。さらに、(1)c)や(2)b)といった成果は、構造や維持管理の合理化に結びつく。このため、土研ならびに国総研が進めている既設鋼橋の補修・補強における限界状態の設定に向けた共同研究で、本研究の成果を活用すると共に研究の継続性を確保する。

## ⑨特記事項

我が国の合成桁は、1970年代末までに盛んに建設されたものの、交通量の増加に伴う床版損傷が顕在化したため、採用例が急速に減少した。そして、1990年代に、コスト縮減の観点から、新東名高速道路建設プロジェクトに合わせて、合成桁の耐荷力に関する研究が再び行われるようになった。これらの研究は、AASHTOといった海外基準をベースにしたものであり、本研究での相違点や特筆すべき点としては、以下と考える。

- ・ 道路橋示方書の従来設計に留まらず、構造の合理化に向けて、ウェブ幅厚比を緩和した際の知見が得られた。
- ・ 大規模地震が多発する我が国の状況を考えると、独自の限界状態を設定する必要性と共に、最大荷重以降の粘り強い構造が求められる。降伏変位を基準とした繰り返し载荷の実施ならびに床版ディテールの検討から、これらに関する知見が得られた。
- ・ 現行の道路橋示方書における合成桁設計では、鋼桁と床版の合成効果の扱いが問題とされており、これに関する知見が得られた。
- ・ 限界状態の設定に向けては、設計方法と共に、認証に向けた試験方法の確立が必要である。これに関する知見が得られた。

以上のように、本研究は、我が国の状況を考慮した鋼桁の塑性設計法の開発に向けて、既往の研究では考慮していない部分にも着目しており、研究進捗は順調で、研究計画、実施方法、体制も妥当と考える。