立命館大学理工学研究科	学生員	○中村	太一
立命館大学理工学研究科	学生員	藤丸	拓
立命館大学理工学部	正会員	野阪	克義

1. はじめに

限界状態設計法の概念がより明確に取り入れられた現在の 道路橋示方書においては、断面の降伏を許容する、すなわち 全塑性曲げモーメント(*M_p*)を終局耐力とし、さらにはウェ ブに低強度鋼を用いたハイブリッド桁の適用も可能であると 考えられる.

*Mp*を終局曲げ耐荷力として設計する際には,鋼桁断面の部分的な降伏による曲げ挙動への影響,すなわち断面力の再分配を考慮する必要があり,特にウェブが先行降伏を起こすハイブリッド桁においてはその影響は大きいと考えられる.

従来の研究¹では1 主桁のみを対象とし、ハイブリッド桁 における、ウェブの先行降伏による連続桁の曲げ挙動への影 響は検討されてきたが、複数主桁に対する影響までは検討さ れていない.そこで本研究では、2 主桁橋を対象に、ホモジニ アス桁およびハイブリッド桁において、局所的な降伏が桁全 体の曲げ挙動に与える影響について解析的に検討した.

2. 検討対象モデル

本研究で対象とした橋梁は、先行研究¹⁾と同じであり、支間 長 L=50m で一定の、3 径間連続合成桁 2 主桁橋であり、中間 支点部から支間長 L の 0.15 倍の範囲を負曲げ域とし、断面を 変化させた.本研究では、汎用有限要素解析ソフトウェア MARC を用いて解析的検討を行った.

解析モデルは、SBHS500 を用いたホモジニアス桁(hm)の1 主桁および2 主桁モデル、ウェブ鋼材に SM490Y を用いたハ イブリッド桁(hy)の、1 主桁および2 主桁モデルの計4 モデル である、1 主桁のコンクリート床版の有効幅は 5155mm、厚さ は 250mm であり、2 主桁モデルの主桁間隔は 5500m である。 その他、各モデルの鋼桁断面諸元を表1に示す.

また,降伏曲げモーメント(M_y)は,合成前死荷重により鋼桁 に生じる応力度と,活荷重により合成断面に生じる応力度を 合計して降伏強度に達する状態を考えたとき,死荷重モーメ ントと活荷重モーメントを合計した値を降伏曲げモーメント とした.各モデルのM_y, M_pを表2に示す.

表1 各モデル鋼桁断面諸元

	エデル	hm		hy	
			負	Ē	負
	鋼材	SBHS500			
上フランジ	降伏強度 F _{yf} (N/mm ²)	500			
	幅 <i>b _{fu}</i> (mm)	540	500	560	640
	厚さ <i>t _{fu}</i> (mm)	23	24	24	26
	鋼材	SBHS500		SM490Y	
ウェブ	降伏強度 F _{yw} (N/mm ²)	500		355	
	高さ D _w (mm)	2451		2474	
	厚さ t_w (mm)	23		20	
	鋼材	SBHS500			
エコニンパ	降伏強度 F _{vf} (N/mm ²)	500		00	
r))///	幅 b _{fl} (mm)	640	680	660	680
	厚さ t _{fl} (mm)	30	40	31	40

表2 各モデルの M_v, M_p

	hm		hy		
	正曲げ	負曲げ	正曲げ	負曲げ	
$M_y(kN \cdot m)$	44097	-46262	41358	-44062	
$M_{\rho}(kN \cdot m)$	66043	-56542	51914	-50227	

コンクリート床版については、圧縮設計基準強度を 40N/mm²とし、応力-ひずみ関係はコンクリート標準示方書を 参考に設定した.引張側に関しては、MARCで使用できるダ メージ効果を使用しひび割れ挙動を再現した.引張強度は 2N/mm²とし、臨界応力、軟化係数、圧壊ひずみに関しては、 それぞれ 2N/mm², 5,000N/mm², 0.0035 とした.

荷重に関してはすべてのモデルで同じ荷重とし,合成前死 荷重と活荷重のみ再現した.合成前死荷重に関してはウェブ 直上に鉛直下向きに載荷した.合成前死荷重による応力状態 は,鋼桁のみのモデルに合成前死荷重を載荷した状態の応力 分布を保存,合成断面に活荷重を載荷する際に鋼桁の初期応 力として入力することで再現した.活荷重の P1 荷重および P2 荷重の載荷位置については,影響線を考慮し,第一径間の 正曲げモーメントが最大となる載荷位置(図1に示す正曲げ 最大載荷時)のケースで検討した.図1に示すように左端か ら 0.4L の位置を P_pos とし,中間支点部をそれぞれ N1_pos, N2_pos とした.

Taichi NAKAMURA, Taku FUJIMARU and Katsuyoshi NOZAKA

k-nozaka@se.ritsumei.ac.jp



図1 正曲げ最大載荷位置

2 主桁モデルでは G1 に 1 主桁モデルと同じ荷重をかけ、
G2 には桁に与える影響が最も不利になるように荷重をかけた. 解析においては活荷重のみを増加させ、P_posが Mp に達する程度までの、P_pos、N1_pos、および N2_posの曲げ挙動を比較した.

3. 結果および考察

hm, hyの解析結果より,表2に示した M,で無次元化した 曲げモーメントを横軸に,活荷重倍率を縦軸にしたグラフと コンクリート床版の圧壊地点をプロットしたものを図2,3に 示し,表3にhm, hyの解析結果をまとめたものを示す.

hm1 主桁モデルでは活荷重倍率 5.8 倍で P_{pos} のモーメント が M_p に到達し, 5.9 倍で P_{pos} のコンクリート床版が圧壊し た. 2 主桁モデルでは G1 桁が活荷重倍率 7.0 倍で M_p に到達 し, 7.6 倍でコンクリート床板が圧壊し, G2 桁では活荷重倍 率 7.7 倍で M_p に到達すると同時にコンクリート床版が圧壊し た. hy1 主桁モデルでは活荷重倍率 4.8 倍で P_{pos} のモーメン トが M_p に到達しコンクリート床版が圧壊した. 2 主桁モデル では G1 桁, G2 桁ともに活荷重倍率 6.3 倍でコンクリート床 版が圧壊し, 6.4 倍で M_p に到達した.

1 主桁モデル,2 主桁モデルともに負曲げモーメントの増分 が増加するとともに正曲げモーメントの増加量が減少する傾 向は同じであり,負曲げモーメントが *My*に到達するか,達し た後に正曲げモーメントが *Mp*に達している.負曲げ断面は横 ねじれ座屈などで実際には *My*には到達しないケースも考え られ,この点については引き続き検討が必要である.

2 主桁モデルでは、G1 桁の P1 荷重と P2 荷重の約 55%の荷 重を G2 桁に載荷しているが、横桁によって G1 桁に載荷した 荷重も G2 桁に分配されたため Mpに到達する活荷重倍率が増 加した.今回設定した載荷状態は設計の際に考慮される影響 線載荷を再現したつもりであったが、1 主桁として設計され る場合にはかなり安全側の設定となっていると推測される.





図3 ハイブリッド桁の曲げ挙動

4. おわりに

本研究では水平補剛材を用いないホモジニアス桁およびハイ ブリッド桁の,1主桁モデル,2主桁モデルでの鋼断面の降伏 が,桁全体の曲げ挙動に与える影響について解析的検討を行 った.hm,hyいずれにおいても,2主桁モデルでは横桁によ ってG1桁に載荷された荷重がG2桁にも分配されたため1主 桁よりも *M_p*に到達する活荷重倍率が大きくなることが確認 できた.今後は水平補剛材を用いたモデルでも検討を行う予 定である.

参考文献

 i)藤丸拓,野阪克義:連続合成ハイブリッドI形桁の曲げ・ たわみ挙動に関する一考察,構造工学論文集,Vol.67A, pp.697-709,2021.

表 3	解析結果ま	と	め

		hm 1主桁	hm 2主桁(G1)	hm 2主桁(G2)	hy 1主桁	hy 2主桁(G1)	hy 2主桁(G2)
	M_p 到達時荷重倍率	5.8倍	7.0倍	7.7倍	4.8倍	6.4倍	6.4倍
	コンクリート床版圧壊	5.9倍	7.6倍	7.7倍	4.8倍	6.3倍	6.3倍
	M _p 到達時負曲げ M/M _y	1.11	1.04	1.19	1.13	1.19	1.20

口頭 I - 4