

連続合成桁の非弾性挙動を再現するための鋼桁供試体の検討

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

1. はじめに

連続合成桁の設計に全塑性曲げモーメントを活用するには、モーメント再分配の影響を考慮する必要がある。ハイブリッド桁ではウェブが先行降伏を起こすためその影響を明らかにすることは重要である。ハイブリッド桁におけるウェブの先行降伏が連続合成桁全体の曲げ挙動に与える影響については検討がなされてきたが、移動荷重を受ける場合についての検討は少ない。

そこで著者らは、ホモジニアス桁およびハイブリッド桁を用いた移動荷重を受ける3径間連続合成桁を対象に、ウェブ降伏後の曲げ挙動について解析的検討を行っているが、荷重試験も行う予定である。荷重試験は、繰り返し移動荷重時の負曲げ断面へのモーメント再分配の影響を確認することがおもな目的であるため、製作性、試験の簡略化の観点から2径間連続の鋼桁のみで構成する予定である。本研究では、供試体を再現したモデルに対する解析的検討を行い、桁断面および荷重条件の妥当性について確認した。

2. 研究概要

本研究では汎用性有限要素解析ソフトMARCを用いて解析的検討を行った。

供試体は、作成の容易さを考慮し、コンクリート床版を鋼材に換算した鋼桁断面を用いた。換算条件は、合成桁断面の弾性範囲の中立軸位置、全塑性時の中立軸位置、形状係数、負曲げの増加率（正曲げ部降伏後の負曲げモーメントの増加率）の各比率が鋼桁換算したモデルで同程度の値となるような断面とした。現在検討しているモデルの断面寸法を表-1に合成桁から鋼桁換算モデルへの換算条件を表-2に示す。

供試体は支間長 $L=3\text{m}$ の2径間連続桁で、鋼材に

SBHS500を用いたホモジニアス桁と、同じ断面でウェブにSM490Yを用いたハイブリッド桁を解析モデルとした。断面の変化は正曲げ断面と負曲げ断面とし、中間支点を中心に両側に $0.15L$ を負曲げ域とした。正曲げ断面から負曲げ断面の変化部の幅、厚さ変化は1/5勾配とした。

荷重試験では合成前死荷重を再現できないので、供試体を対象とした解析でも前死荷重は考慮していない。荷重は集中荷重とし、影響線を考慮して、中間支点から第1径間側に $0.4L$ の位置、中間支点から第2径間側に $0.4L$ の位置に順に2周荷重させる繰り返し移動荷重とした。

表-1 鋼桁換算モデル断面寸法

寸法 (mm)		ホモジニアス桁			ハイブリッド桁		
		上フランジ	ウェブ	下フランジ	上フランジ	ウェブ	下フランジ
正曲げ	厚さ	36	8	10	36	8	10
	幅	300	480	100	280	480	100
負曲げ	厚さ	8	8	15	8	8	14
	幅	220	480	120	220	480	120

表-2 合成桁から鋼桁換算モデルへの換算条件

条件比較			ホモジニアス桁		ハイブリッド桁	
			正曲げ	負曲げ	正曲げ	負曲げ
中立軸位置(上端から)	Myまで	鋼桁	22%	50%	22%	49%
		合成桁	22%	49%	21%	47%
	Mp時	鋼桁	5%	50%	7%	48%
		合成桁	10%	47%	7%	43%
Mp/My		鋼桁	1.47	1.16	1.26	1.18
		合成桁	1.5	1.22	1.27	1.14
Myweb/My		鋼桁			0.74	0.75
		合成桁			0.73	0.75

3. 解析結果及び考察

著者らはこれまでに2径間連続合成桁で、L荷重を集中荷重に置き換えて、挙動を再現することが可能か検討を行った。その際のL荷重を繰り返し移動載

合成桁、ハイブリッド桁、SBHS鋼材、繰り返し移動荷重

連絡先〒525-8577 滋賀県草津市野路東1丁目1-1 立命館大学 理工学部環境都市工学科 TEL:077-561-3007

荷させた解析結果と、今回検討対象とした実験供試体用鋼桁換算モデルの比較を以下に示す。

正曲げ断面が降伏曲げモーメント (M_y) を超えて、全塑性曲げモーメント (M_p) に達するまでどの程度大きな曲げモーメントに到達しているかを示すために、正曲げ降伏後の割合として式(1)を定義し、この値が75%程度の荷重を移動荷重させた。ただし、ハイブリッド桁では今回設定した荷重において負曲げ断面が降伏に至ってしまい、桁が塑性ヒンジを形成するような現象が見られるため、少し荷重を抑えた結果を示している。

$$\frac{(M - M_y)}{(M_p - M_y)} \times 100 \quad \dots (1)$$

表-3 に 2 径間連続合成桁と鋼桁換算モデルの正曲げ降伏後の割合、負曲げの増加率の比較表を示す。負曲げ増加率は、正曲げ断面が降伏したときの負曲げモーメントの値を基準として、最大荷重時の負曲げモーメントまでの増加率を表している。

分布荷重で生じている曲げモーメントの再分配の挙動を集中荷重時の挙動と比較するためにこのような値に着目して評価した。

表-3 ホモジニアス桁の各着目値

ホモジニアス桁	合成桁				鋼桁換算モデル			
	第1	第2	第1	第2	第1	第2	第1	第2
荷重位置	第1	第2	第1	第2	第1	第2	第1	第2
荷重ステップ	1	3	5	7	1	3	5	7
正曲げ降伏後	73%	68%	71%	68%	71%	59%	62%	60%
負曲げ増加率	27%	14%	12%	11%	41%	17%	17%	15%
ハイブリッド桁	合成桁				鋼桁換算モデル			
	第1	第2	第1	第2	第1	第2	第1	第2
荷重位置	第1	第2	第1	第2	第1	第2	第1	第2
荷重ステップ	1	3	5	7	1	3	5	7
正曲げ降伏後	63%	44%	47%	45%	46%	34%	39%	36%
負曲げ増加率	27%	12%	4%	4%	31%	1%	3%	4%

図-1 にホモジニアス桁の合成桁と鋼桁換算モデルの曲げモーメントグラフを、図-2 にハイブリッド桁の合成桁と鋼桁換算モデルを示す。グラフの横軸は荷重ステップをとっており、0~1で第1径間荷重、1~2が除荷を示し、移動荷重2周目の第2径間除荷終了時を荷重ステップ8としている。

ホモジニアス桁では鋼桁換算モデルで第1径間荷重時(ステップ0~1)での負曲げ増加率が合成桁と比べると大きくなっているが、曲げモーメントの値は同程度であること、1周目第2径間荷重時(ステップ2~3)以降は同様な挙動を示していることか

ら、鋼桁換算モデルの再現性が示せたと判断した。ハイブリッド桁では鋼桁換算モデルの1周目の第2径間荷重時(ステップ2~3)の負曲げ増加率が合成桁に比べると小さいが、1周目第1径間荷重時(ステップ0~1)に負曲げへのモーメント再分配が大きく、その後小さくなるという挙動が合成桁と同様であることから、ハイブリッド桁においても再現性が示せたと判断した。

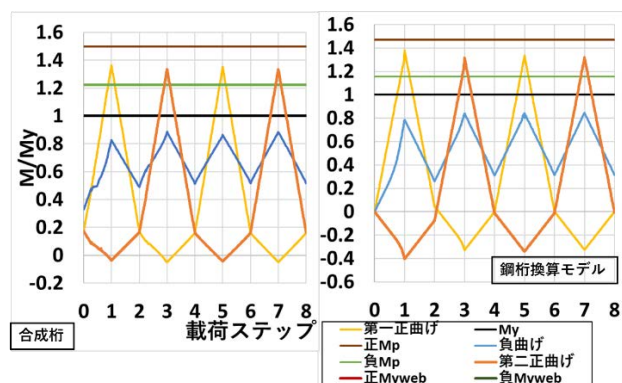


図-1 ホモジニアス桁の各点の曲げモーメント挙動

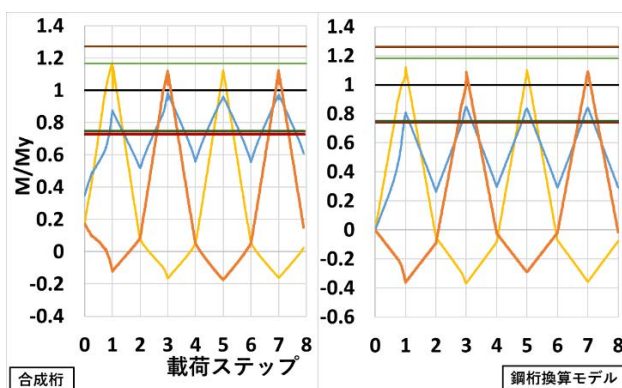


図-2 ハイブリッド桁の各点の曲げモーメント挙動

4. おわりに

本研究では、これまでに2径間連続合成桁にL荷重を荷重させた時の曲げ挙動を集中荷重に置き換えが可能な検討してきた。今回はそれに加え、実験の供試体として鋼桁のみで再現したモデルの換算条件を曲げモーメント挙動から解析的に検討した。解析結果より、連続合成桁の負曲げ断面のモーメント再分配の影響を鋼桁のみである程度再現することができることがわかった。今後は荷重試験時の移動荷重方法や供試体作成時の鋼材強度の制限などについて検討する予定である。