

ずれ止めに PBL を用いた連続合成桁の中間支点部に関する研究

早稲田大学 学生員 ○上月 隆史 鉄道総合技術研究所 正会員 谷口 望
 東京鐵骨橋梁 正会員 碓山 晴久 国土交通省 正会員 酒井 貴司
 早稲田大学 学生員 加藤 駿 早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. はじめに

連続合成桁は経済性や合理性に優れた橋梁形式である。連続合成桁は、中間支点部において負曲げが発生するため、設計計算においてひび割れを考慮する必要がある。そこで、本研究では、ずれ止めに PBL を用いた連続合成桁の負曲げが生じる中間支点部をモデル化した載荷実験結果と、構造解析システム DIANA を用いて行った解析結果とを比較・検討することにより、合成桁のひび割れ挙動を把握することを目的としている。

2. 実験概要

供試体は図 2.1, 図 2.2 に示すようにスパン 4m, 床版幅 0.8m で、実橋における中間支点部を意識し、鋼桁の中央部を載荷点とした 3 点曲げの試験体である。ジベルの詳細を図 2.3 に示す。鉄筋比 ρ は 2%, コンクリートは普通コンクリートを使用し、呼び強度は 27N/mm^2 とした。

載荷方法は、荷重が 180kN, 380kN, 680kN, 1300kN に到達した時点で一旦 0kN まで除荷をし、その後鋼桁の上下フランジとウェブに降伏が確認されるまで載荷を行った。

3. 解析概要

表 3.1, 表 3.2, 表 3.3 に各種材料データを、図 3.1 に解析モデル図を示す。また解析条件は以下に示す通りである。なお、各種材料データ、構成則は今回の材料実験の結果に即したものになっている。

- 解析ソフト : DIANA
- 解析方法 : 静的非弾性解析
- 要素 : 4 節点 SHELL 要素 (鋼材部分)
 : 8 節点 SOLID 要素 (コンクリート床版部分)
 : 4 + 4 節点 INTERFACE 要素 (鋼-コンクリート境界)
- 要素数 : 20952
- 荷重 : 供試体中央点 (端部から 2.3m) を中心に $0.4 \times 0.4\text{m}^2$ (載荷版) に強制変位
- 拘束条件 : 両端からそれぞれ 0.3m の位置を LINE (線) で y (奥行き方向), z (鉛直方向) 拘束。x 方向 (軸方向) の拘束は片端のみ。また、支承版は剛体とした。

収束計算方法 : 修正 Newton-Raphson 法および準 Newton-Raphson 法, 収束基準にはエネルギー比を用いた。

表 3.1 鋼材の材料データ

板厚 (mm)	降伏強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
12	361.9	2.16E+05	0.3
16	381.9	2.12E+05	0.3
22	431.6	2.13E+05	0.3
25	381.9	2.06E+05	0.3

表 3.2 鉄筋の材料データ

直径 (mm)	降伏強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
13	389.2	1.82E+05
19	389.2	1.82E+05

表 3.3 コンクリートの材料データ

圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	ポアソン比
33.8	2.41	2.70E+04	0.17

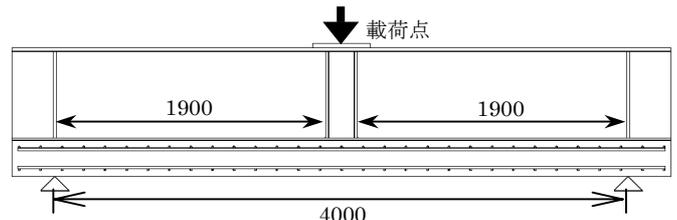


図 2.1 供試体図 (単位: mm)

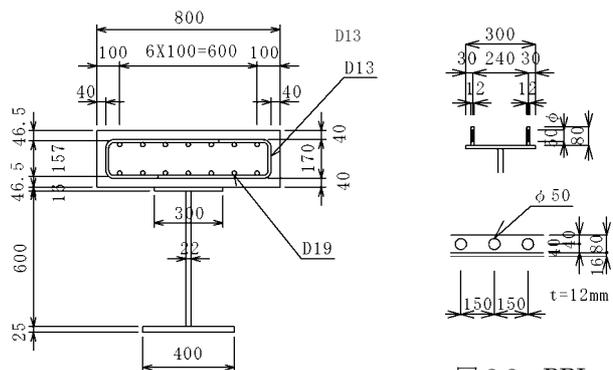


図 2.2 供試体断面

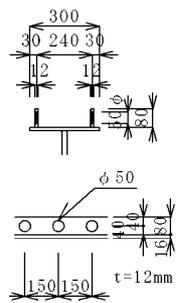


図 2.3 PBL

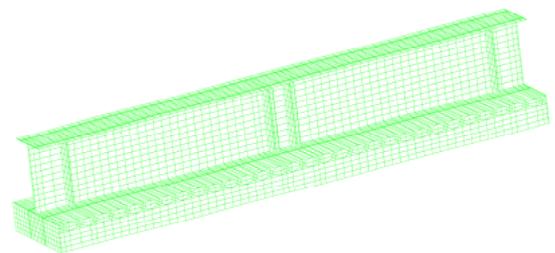


図 3.1 解析モデル図

キーワード 連続合成桁, 負曲げ, DIANA

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部依田研究室 TEL 03-5286-3399

4. 荷重-変位曲線

中央点における荷重-変位曲線について、荷重 1500 kN までのものを図 4.1 に、終局時までのものを図 4.2 に示す。図 4.1, 図 4.2 より、解析値は荷重 1500 kN 付近までは実験値とかなり良い整合性を見せ、その後徐々に実験値を上回るようになった。しかし、終局状態に近づくに従い両者の値は再び近づき、最終的にはほぼ同様な値をとっている。

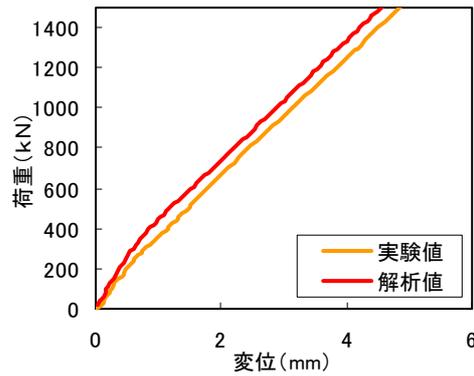


図 4.1 荷重-変位曲線(荷重初期)

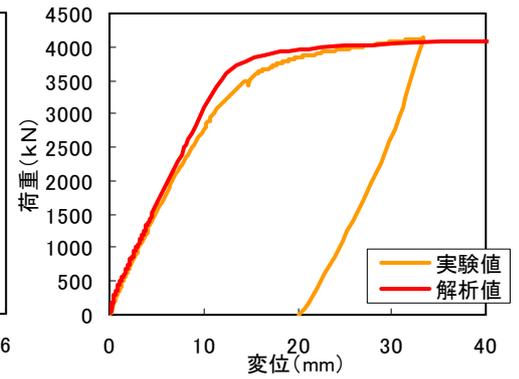


図 4.2 荷重-変位曲線(終局時)

5. 鉄筋のひずみ

中央の鉄筋の軸方向ひずみ図を、荷重 500 kN 時のものを図 5.1 に、荷重 600 kN 時のものを図 5.2 に示す。

荷重が 500 kN から 600 kN になった時、図の区間でひずみの山の数が増えているが、これ以降は増えなかった。よって、解析では 500 kN ~ 600 kN の間で定常ひび割れ状態に入ったと考えられ、実験結果の定常ひび割れ開始荷重とほぼ同様の値となった。

また、ひび割れ間隔は、ほぼ 150 mm となり、これも実験結果を再現することができた。

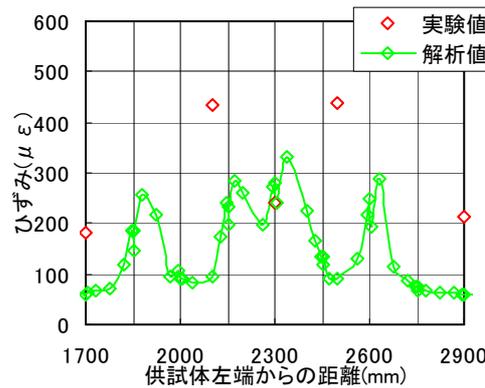


図 5.1 鉄筋のひずみ(500kN 時)

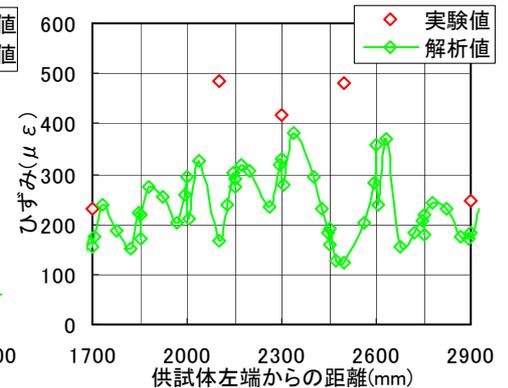


図 5.2 鉄筋のひずみ(600kN 時)

6. 鋼桁とコンクリート床版間のずれ

鋼桁とコンクリート床版との間のずれの様子について、供試体左端から 1100 mm 地点でのものを図 6.1 に、3500 mm 地点でのものを図 6.2 にそれぞれ示す。図中、CH282 などは測定位置を示している。

1500 kN 付近までは、解析値はほぼ実験値と同じ推移を見せていることが分かる。それ以降は若干異なったが、低荷重域において、ずれを再現することができた。

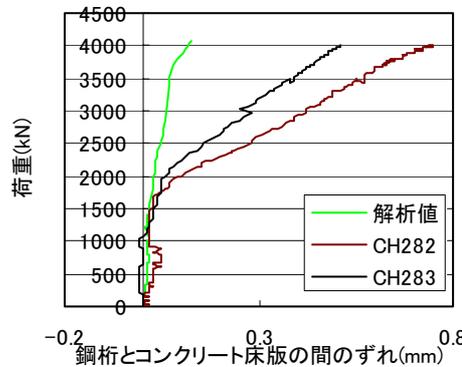


図 6.1 ずれ(左端から 1100 mm 地点)

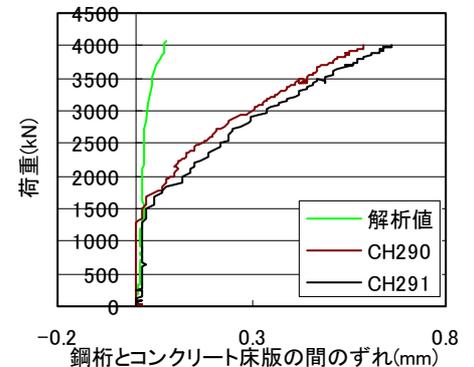


図 6.2 ずれ(左端から 3500 mm 地点)

7. まとめ

- ・ 鋼桁部材とコンクリート部材の間のずれを考慮したモデルを作ることにより、解析で概ね力学的挙動を再現することが分かった。
- ・ 本モデル解析では、定常ひび割れ発生荷重およびひび割れ間隔を概ね再現できる結果が得られた。
- ・ 鋼桁とコンクリート床版との間のずれの解析値が、荷重が大きくなったときに実験値と異なった理由は、解析モデルに用いた界面要素の理論値が実験値と若干異なったためだと考えられる。

参考文献

- 1) 岡村甫, 前川宏一: 鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則, pp.36-37, 1991.5
- 2) 長井正嗣, 奥井義昭, 岩崎英治: 連続合成桁の各種ひび割れ幅算定法とその相違に関する一考察, 土木学会論文集 No.710/I-60, pp.427-437, 2002.7