

V-386

PC 連続橋モデルの桁変形が橋脚基部応力におよぼす影響の検討

宇都宮大学大学院 学生員 雪田 憲子
宇都宮大学 正会員 佐藤 良一

日本道路公団
宇都宮大学

和田 宣史
正会員 許 明

1. 目的

橋梁上部工の連続化に伴って生じる問題の一つに、主桁のクリープ・収縮および温度変化による変形に起因する橋脚の拘束応力がある。弾性計算によれば、主桁の経時的変形による橋脚の発生応力は過大評価され、必ずしも合理的な設計にはならない。橋脚の拘束応力は変形拘束によるものであるため、コンクリートのクリープにより、実際には応力は経時的に低減される。このコンクリートの性質を設計に導入すれば、今後より多径間の連続化が期待できる。

そこで本研究は、橋梁上部工の連続化に関わる設計の合理化に資するために、上部 PC 桁のプレストレス導入後のクリープ・収縮変形がどの程度橋脚に応力を発生させるかを把握する目的で、プレストレス導入後に上部 PC 桁が橋脚にヒンジ結合されるモデルを用い、主桁スパン長をパラメータとして、数値解析的に検討した。

2. 解析モデル

実際の PC 連続橋は多径間で、橋脚とは相対変位を許しながら、橋脚に強制変位を与えるが、ここでは、PC 桁の経時的変形が橋脚にどの程度応力を発生させるかの把握を主目的とし、図 1 のような、境界条件が明確で簡易なモデルを解析対象とした。主桁および橋脚の断面は $200 \times 340\text{mm}$ 、 $300 \times 300\text{mm}$ で、鉄筋比は 0.48% 、 0.56% で、主桁の PC 鋼材比は 0.20% である。主桁と橋脚との間ではモーメントの伝達が行われなようにヒンジ結合とした。基礎は、H 型鋼によりモデル化した。橋脚に伝わる主桁の経時的変形の影響を極力小さくすることが実務的に重要であるで、これを考慮に入れて、プレストレス導入後にある期間主桁を放置し、その後主桁と橋脚を結合するモデルとした。主桁と橋脚の打込み時期の相違は、材齢の相違を取り込んだ物性値により考慮した。プレストレス導入材齢は 5 日、結合材齢は 6 日とし、解析はプレストレス導入時から行った。結合時の橋脚の材齢は 37 日目とした。解析に用いたコンクリートの材料特性は、標準養

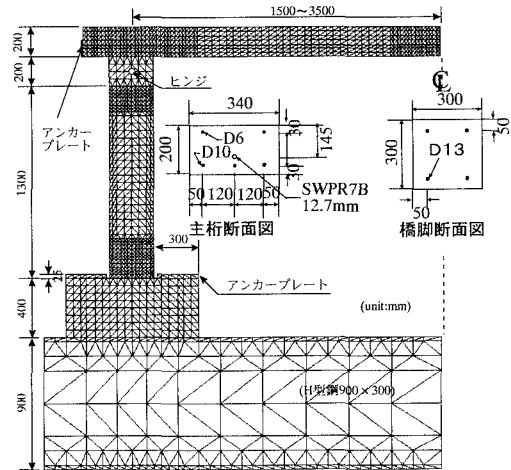


図 1 解析対象の概要

表 2 解析に用いたコンクリートの材料特性

	圧縮強度 $f_{c,28}(\text{N/mm}^2)$	ヤング係数 $E_{c,28}(\text{kN/mm}^2)$
主桁	46.4	30.4
橋脚	30.8	27.4

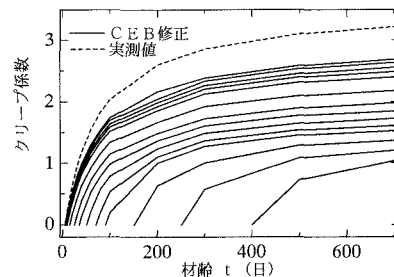


図 3 主桁のクリープ係数の経時変化

生材齢 28 日で表 2 に示す値¹⁾とした。コンクリートの所定の載荷時材齢のクリープ係数は、体積/露出面積比を考慮して、実験値¹⁾と CEB-FIP Model Code 1990 に基づいて定めた。表 2 に示したヤング係数を用いて求めた主桁のクリープ係数の経時変化を図 3 に示す。この図に示すように、結合時からの主桁のクリープ係数は、材齢 730 日において 2.7、また橋脚では 4.7 であった。収縮も実験値¹⁾に基づいて定め、主桁は材

キーワード：PC 連続橋モデル、橋脚基部応力、クリープ、収縮、温度変化

連絡先：宇都宮大学材料研究室（〒038-8585 宇都宮市石井町 2753 TEL 028-689-6211 FAX 028-662-6367）

齢 5 日目に、橋脚は材齢 11 日目にそれぞれ乾燥を開始するとし、結合後の増分収縮量を解析に取り入れた。収縮ひずみの経時変化を図 4 に示す。季節によるコンクリートの温度変化は、結合時 35℃、夏期 35℃、冬期 5℃とし、基礎の H 鋼は 20℃の一定とした。PC 鋼材の初期緊張力はいずれも同一で、下縁プレストレス量として約 3.8N/mm²を導入した。

3. 解析方法

解析方法は、重ね合わせの原理に基づく Step-by-step 法による 2 次元有限要素解析法を用いた。結合後の主桁のクリープ変形は結合直前の応力による結合後の進行クリープひずみを求め、これを収縮量と同様に与えることにより取り入れた。進行クリープひずみは、結合前のプレストレスおよび変動応力に対し、結合後から着目時点までのクリープ係数の増分に結合直前の弾性ひずみをかけて求め、この場合主桁軸方向で約 380×10⁻⁶であった。PC 鋼材のリラクゼーションは無視した。

4. 解析結果

検討したスパン長 L は 3.0m(case1), 5.0m(case2), 7.0m (case3) の 3 ケースとし、併せて自重の影響も考慮した。自重を無視した場合と考慮した場合の解析結果をそれぞれ図 5, 6 に示す。コンクリートの温度の経時変化も図中に示している。橋脚基部外縁における最大引張応力は case1, 2, 3 で、自重を無視した場合はそれぞれ 2.4, 3.6, 4.6(N/mm²)、自重を考慮した場合はそれぞれ 2.3, 3.1, 3.5(N/mm²)である。自重を無視した場合スパンが 1m 長くなれば橋脚基部外縁の応力は平均的に 0.55N/mm²増加する。また、季節的温度が 30℃低下する場合には、case1, 2, 3 でそれぞれ橋脚基部外縁の応力が 0.9, 1.4, 1.8(N/mm²)増大しその影響は大きい。自重を考慮した場合は、自重を無視した場合に比べて橋脚基部応力に対するスパン長の影響は小さい。この理由としては、この場合、PC 鋼材の初期緊張力が同じであるので、スパンが長くなるにつれて自重によるモーメントが増大し、主桁下縁におけるプレストレスが小さくなるため、クリープ変形も小さくなることが考えられる。しかし、実際には、不静定構造となるため自重による影響はこの場合より小さく、また、緊張力は自重の影響を考慮して設定するので、スパン長の影響は図 5 に示したように大きいと考えられる。

5. まとめ

1)PC 桁の連続化を想定した構造系が変化するモデル

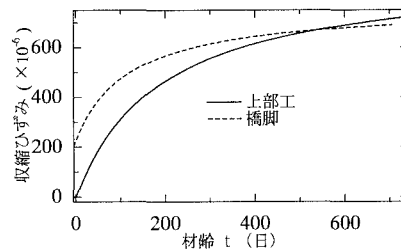


図 4 収縮ひずみの経時変化

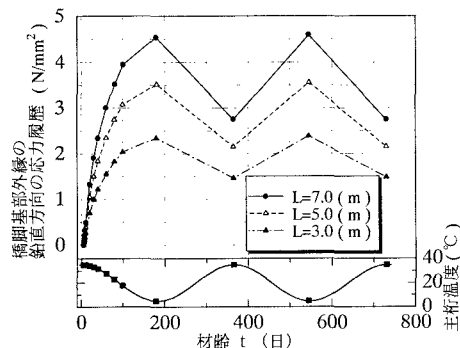


図 5 自重を無視した場合のコンクリートの橋脚基部応力の経時変化

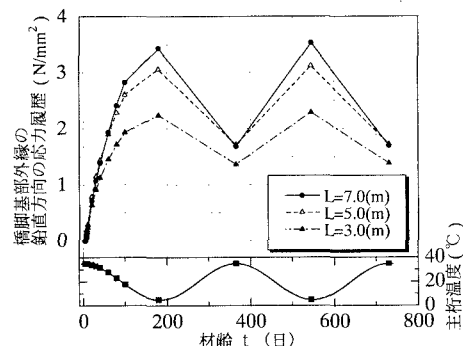


図 6 自重を考慮した場合のコンクリートの橋脚基部応力の経時変化

の主桁、橋脚の 2 次元有限要素クリープ解析法を提案した。2)PC 桁と橋脚が結合された後の主桁のクリープと収縮により橋脚基部外縁に発生する応力は、プレストレス量が同一であれば、スパンの長さにはほぼ比例することが解析上明らかになった。3)季節的温度降下量 30℃により橋脚基部外縁に発生する応力はスパン 3, 5, 7m のそれぞれにおいて 0.9, 1.4, 1.8(N/mm²)になり、その影響の大きいことが示された。今後は、結合時期をパラメータとして結合後のクリープの進行量の違いによる橋脚基部応力について検討したい。

参考文献 1)袖山隆行：クリープ・収縮の寸法依存性と実大 PRC 部材モデルの長期変形解析法、宇都宮大学修士論文、平成 10 年、2)CEB-FIP Model Code 1990