

タイの杭式橋脚の基本的構造特性の把握

早稲田大学
早稲田大学

学生会員
正会員

○渡辺 涼太
佐藤 靖彦

1. 序論

ASEAN 諸国では初期欠陥や自然環境により、劣化・損傷を有しているコンクリート構造物が多くあり、補修や補強などの対策が必要となっている。そのためには、補修・補強の必要性の判断や手法・方針を決定するためには、構造物の構造特性を正しく把握することが必要である。

本論文では、タイにおける代表的な下部構造である杭式橋梁の基本的な構造特性を把握する。

2. 対象橋梁

本研究では、タイで用いられている代表的な形式の橋脚（写真-1）の基本的構造特性を把握する。この橋梁は、タイ運輸省道路局の設計標準に基づいて建設されるものであり、同様な構造を持つ橋梁がタイには数多く存在する。



写真-1 タイの代表的な橋脚

3. 有限要素解析

タイ運輸省道路局の標準図面⁽¹⁾に基づき、DIANAを用いて 3 次元モデル(図-1)を作成した。下部構造の横梁/柱断面を図-2 に示す。表-1 に使用した材料特性を示す。橋脚の自重・下部構造上面に上部構造の自重を、活荷重として交通荷重のみを走行車線部分に載荷した。活荷重の大きさは、過積載 100ton とした。

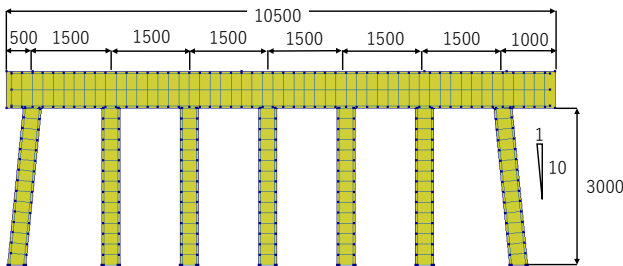


図-1 解析モデル

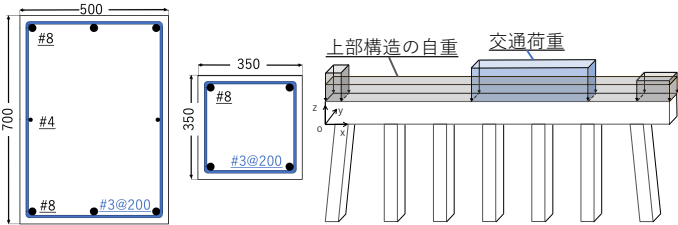


図-2 横梁/柱断面

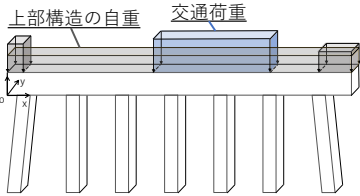


図-3 荷重の与え方

表-1 材料特性

コンクリートの材料特性			
圧縮強度 (N/mm ²)	20.6		
引張強度 (N/mm ²)	2.06		
ヤング率 (N/mm ²)	28000		
鉄筋の材料特性			
鉄筋種類	#3	#4	#8
直径 (mm)	9	12	25
ヤング率 (N/mm ²)	200000	200000	
降伏応力 (N/mm ²)	227	276	
引張強度 (N/mm ²)	379	482	

4. 基本的構造特性把握

4. 1 断面耐力の把握

図-2 に示した橋脚の横梁断面、柱断面について AASHTO 9th Edition 2020 ⁽²⁾に基づき曲げひび割れ発生曲げモーメント M_c 、鉄筋降伏曲げモーメント M_y 、曲げ耐力 M_u 、コンクリートが負担するせん断耐力 V_c 、せん断耐力 V_n を求めた。断面計算結果を表-2 にまとめる。

表-2 断面計算結果

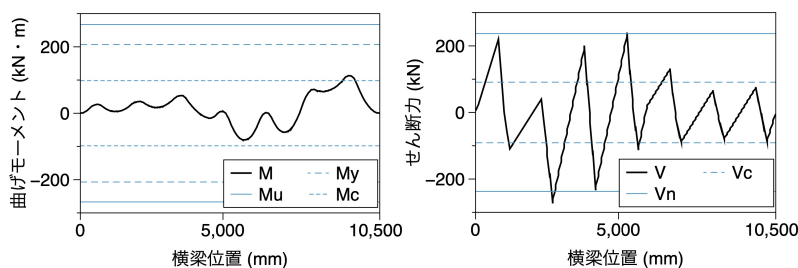
	横梁断面	杭断面
M_c (kN・m)	98	17
M_y (kN・m)	207	32
M_u (kN・m)	267	237
V_c (kN)	91	31
V_n (kN)	237	103

4. 2 断面力との比較

有限要素解析によって得られた橋脚の横梁・柱に生じた曲げモーメント M とせん断力 V の分布を図-4 と図-5 に示す。

キーワード 杭式橋脚, 安全性, 有限要素解析

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3 丁目 4-1 早稲田大学 51 号館 16 階 設計工学研究室 TEL 03-5286-3852



(1)曲げモーメント分布 (2)せん断力分布

図-4 横梁の断面力図

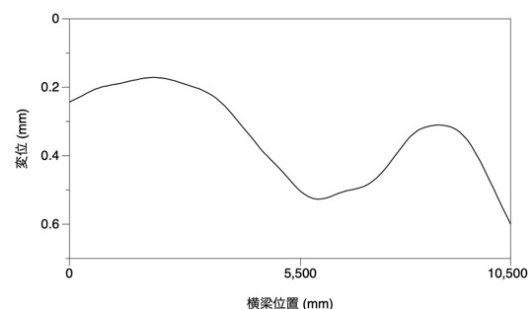
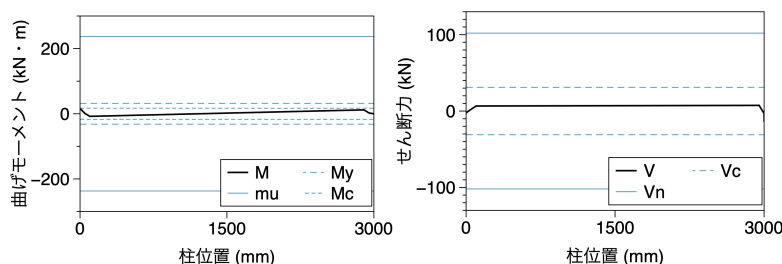


図-6 横梁上面の鉛直変位分布



(1)曲げモーメント分布 (2)せん断力分布

図-5 柱の断面力図

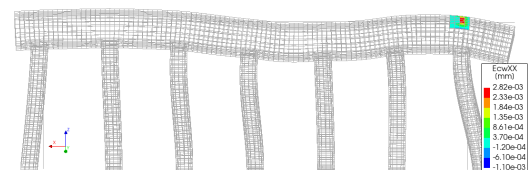


図-7 変形とひび割れ幅

横梁の応答最大曲げモーメント M_{max} は $113\text{kN}\cdot\text{m}$ 、照査断面における応答最大せん断力 V_{max} は 71kN であった(図-4). 柱の応答最大曲げモーメント M_{max} は $16\text{kN}\cdot\text{m}$ 、照査断面における応答最大せん断力 V_{max} は 7.4kN であった(図-5). 以上の結果より下部構造の構造特性について以下のようなことを把握できる.

すなわち、横梁については応答最大曲げモーメント M_{max} が M_c より大きく、 M_y より小さいため、横梁には曲げひび割れが発生すること、曲げ耐力の安全率 M_u/M_{max} は2.4となり、十分な曲げ耐力があること、応答最大せん断力 V_{max} は V_c よりも小さくなり、せん断耐力の安全率 V_n/V_{max} は3.3となったため、十分なせん断耐力があることがわかった. 柱については応答最大曲げモーメント M_{max} が M_c より小さいため、柱には曲げひび割れが発生せず、無損傷であること、曲げ耐力の安全率 M_u/M_{max} は4.8となり、十分な曲げ耐力があること、応答最大せん断力 V_{max} は V_c よりも小さくなり、せん断耐力の安全率 V_n/V_{max} は14となったため、十分なせん断耐力があることがわかった.

4.3 変形とひび割れ性状の把握

解析によって得られた横梁に生じた変形とひび割れ幅・鉛直方向変位の分布を図-6と図-7に示す.

図-6より、横梁の変位量はとても小さく、最大でも 0.5mm 程度であることがわかる.

図-7より、ひび割れは、横梁の曲げモーメントが最大位置(図-4)のみに発生している. 曲げモーメントが横梁断面の M_c より大きくなっている位置で横梁上面に生じることがわかった.

以上の結果より、劣化が顕著化していなければ使用性にも安全性にも問題性がないことを確認できたとと言える.

5. まとめ

本研究においてタイの一般的な橋脚の下部構造である杭式橋脚の基本的構造特性を断面計算と有限要素解析により明らかにした. 今後は対象橋梁が腐食環境下に置かれていることを考慮し、劣化損傷を有するタイの橋梁の構造特性の把握を行う.

参考文献

- 1) Kingdom of Thailand Ministry of Transport and Communications Department of highways : Standard Drawings for Highway Construction, 1994
- 2) AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 9th Edition 2020