## 基礎地盤変状を伴う長大杭式桟橋の耐力特性の検討

早稲田大学	学生会員	清水	有人
早稲田大学	フェロー	洁宮	理

1.はじめに 海上に岸壁、橋梁、海上空港等大規模構造物を建設する場合,代表的な構造形式の一つとして鋼管杭 式桟橋がある、地震応答解析は多数行われているが、海上構造物において懸念すべき問題点は、洪積層地盤の不等 沈下現象である.構造物の施工後も基礎洪積層の圧密沈下が進行し,構造物への力学的影響が問題になる場合があ る。地震の発生が予想される地域では、断層変位による被害も考えられる。本研究では海上に施工された長大杭式 |桟橋の基礎地盤の不等沈下が,鋼管杭及び上部鉄筋コンクリート床版におよぼす影響について,不当沈下量(強制) 変位量)を変化させながら,その応力状態を解析するとともに,有効な補強及び低減策について検討した。

2.解析手法の概要 解析モデルとして、非線形性を考慮した表層地盤、鋼管杭、鉄筋コンクリート床版を作成し、 地盤最下層の中央から右側に下向きの一様な強制変位を与え、有限要素法汎用プログラム TDAP による静的解析 を行った(図-1)水の存在は考慮していない。なお地盤の静的非線形、杭の曲げ非線形、床版のせん断非線形、杭 と地盤を結合する鉛直および水平方向ばねについてはバイリニアモデルを用い、床版の曲げ非線形については、Mc、 My、Muの3点をそれぞれ考慮した非線形モデルを用いた。また、床版にヒンジを導入したケース、杭にトラス補 強を施したケース(2ケース)についても解析し、計4ケースについて比較検討した(図-4~6)





亡后常日本目

3.解析結果と考察 下方に 1m までの強制変位を加えた(変 形図:図-3)表層地盤の沈下 は考慮していない。強制変位 (不等沈下)の加わり方によ

衣-1 机・床放め回泊里							
	鋼厚t(mm)	杭径D(mm)	My(kN⋅m)	$Mp(kN \cdot m)$			
鋼管杭	12	700	1051.1	1391.8			
	t( <b>mm</b> )	b(mm)	bw(mm)	$My(kN \cdot m)$	Mu(kN⋅m)	Vu(kN · m)	
床版	350	5000	700	(正曲)1189.1	(正曲)1227.5	1758.5	
				(負曲)4587.7	(負曲)4820.7		

り、21 本の鋼管杭のうち中央 5 本に断面力が集中する結果となった。特に床版と杭頭との結合部では、70cmの 沈下を与えた時点で中央の杭頭部が全塑性モーメントに達した。また、同じく中央付近の杭では、地盤との境界に おいても、大きな曲げモーメントが発生した。一方、中央の5本を除く杭では、1.0mの沈下量(最大沈下量)を与 えた場合でも耐力的に問題となるような曲げモーメントは受けなかった。床版に着目すると、中央左寄りにおいて 大きな負の曲げモーメントが生じている。このケースにおいて床版に最大曲げモーメントが生じるのは床版中央か ら左に 10m離れた、鋼管杭との結合部分であった。せん断力についても中央部に集中する傾向が見られ、それ以外 の場所ではそれほど大きな値は生じなかった。1mの沈下量に到達する前に、中央付近の杭が杭頭部および地盤境 界で全塑性モーメントに達したのに対して、床版の断面力は、曲げモーメント、せん断力ともに終局状態には達し なかった。破壊形式としては、沈下量の増大にともなって、沈下量 0.6~0.7m程度で中央 3 本の杭が床版との結合 部(杭頭部)において全塑性モーメントに達して曲げ破壊、その後さらに沈下量を増大させると地盤境界において 杭が全塑性モーメントに達した。沈下量の増加に対して最初に塑性化を起こしたのが杭頭部であったことから、地 震時に水平方向力を受ける場合と同様に、基礎地盤の不等沈下を受ける際も杭頭部および地盤表面及び、他の部材 または地盤との境界に当たる部分で曲げモーメントが大きくなった。

キーワード 基礎地盤変状、杭式桟橋、不等沈下、強制変位 連絡先 〒160-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51 号館 16-01 清宮研究室 TEL: 03-5286-3852 ヒンジ導入ケース(図-5):床版の3箇所にヒンジを導入した部分については一定の効果が得られ、ヒンジと結合 した中央の鋼管杭では断面力の大幅な低減が見られた。ヒンジ結合した杭頭部だけでなく、地盤境界においても曲 げモーメントに対する効果が得られた。しかし、それ以外の部分については、対策なしのケースと大きな違いは見 られなかった。床版の最大曲げモーメント、せん断力についても中央付近で大きな値を受ける結果となり、違いは 見られなかった。この場合も破壊形式は、まずヒンジ導入部分を除く中央2本の杭の杭頭部で曲げ破壊が起きた。 しかし今回の解析においてはこの対策が構造全体に有用であったという結論を下すことは出来なかった。

トラス補強 および ケース(図-6):トラスの導入により上部床版の曲げ及びせん断力、杭頭部の曲げモーメン トを低減出来た一方、トラスと鋼管杭の節点に大きな断面力を生じる結果となってしまった。図-7、図-8 は床版の 最大曲げモーメント及び最大せん断力のケース間比較図である。X 字状のトラス補強 ケースでは床版の曲げ、せ ん断をともに最も低減出来た一方で、杭が最も早い段階で塑性化してしまった(図-7)W 字状のトラス補強 ケー スにおいても、床版のせん断力は大幅に低減出来た。しかし、杭は早い段階で塑性化してしまった。両ケースとも 破壊形式は杭とトラスの節点での曲げ破壊、その後地盤との境界においても杭が曲げ破壊を起こした。上部床版お よび杭頭部で低減された断面力の分を、杭のトラス節点および地盤境界で受け持つような結果となったことから、 トラスなど断面力が伝達する部材だけを構造系に導入しても断面力の逃げ場がなく、結果として対策なしケースと 比較して他の部材が破壊に至る可能性がある。



## 図-7 最大曲げモーメント比較

図-8 最大せん断力比較

4.**まとめ** 不同沈下あるいは断層変位を受ける桟橋構造物の断面力分布を把握することは出来た。しかしヒンジ、 トラスを個別に導入し解析したことから、それぞれのケースで破壊形式など一長一短の結果となった。今後更に有 効な対策を検討して適切な方法を考えていきたい。

参考文献 1)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 共通編 2)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 耐震設 計編 3)日本道路協会:杭基礎設計便覧