

斜面上に設置される栈橋高さの高い仮栈橋の設計方法に関する一考察

大成建設株式会社 正会員 ○満岡 愛来
大成建設株式会社 正会員 脇坂 昂大

1. 背景・目的

仮栈橋の設計は一般に「道路土工 仮設構造物工指針」（平成 11 年 3 月，社団法人日本道路協会，以下「仮設構造物工指針」と称する）に準拠して設計される．山岳地帯に橋梁を建設する場合等，斜面上に設置される高さの高い仮栈橋においては，水平力により杭に大きな軸力が発生する．また，各杭の突出長さや水平材，斜材の配置が不均等となる場合がある．一方，「仮設構造物工指針」には，水平力により発生する杭の軸力や，水平材および斜材の配置が不均等な場合の設計方法について明確な記述がない．そのためこれらを見逃し，杭の軸力は鉛直荷重により発生する軸力のみを考慮し，杭の曲げモーメントは代表的な杭の突出長を用いて Chang の式（後述の式(1)，式(2)）により算定している設計例が見られる．本稿では，斜面上に設置される高さの高い仮栈橋をフレーム解析でモデル化し，杭に発生する断面力を算定した．フレーム解析で算定した断面力を鉛直荷重による軸力，Chang の式で算定した曲げモーメントと比較し，どの程度の差異が生じるか検討を行った．

2. フレーム解析による検討条件

本検討で想定する仮栈橋の構造図を図 1 に示す．地盤の傾斜は 30°，土層は一様に N 値 = 20 と仮定した．部材仕様を表 1 に示す．なお，斜材は引張材として設計することとし，「仮設構造物工指針」p.137 の最小断面以下の部材としている．

フレーム解析のモデル図を図 2 に示す．検討断面は栈橋の橋軸直角方向とし，モデル化する部材は表 1 の「モデル化」欄に示す通りとした．なお，斜材は引張軸力が発生する部材のみモデル化している．受桁，水平材，斜材と杭の結合条件は全てピン結合とした．

考慮する荷重は，①鋼材自重，②水平荷重とした．モデル化しない部材は荷重として考慮し，各杭の上端節点に作用させた．主桁自重は橋軸方向の杭間隔を 6m と仮定し直下の杭に作用させた．対傾構および覆工板は

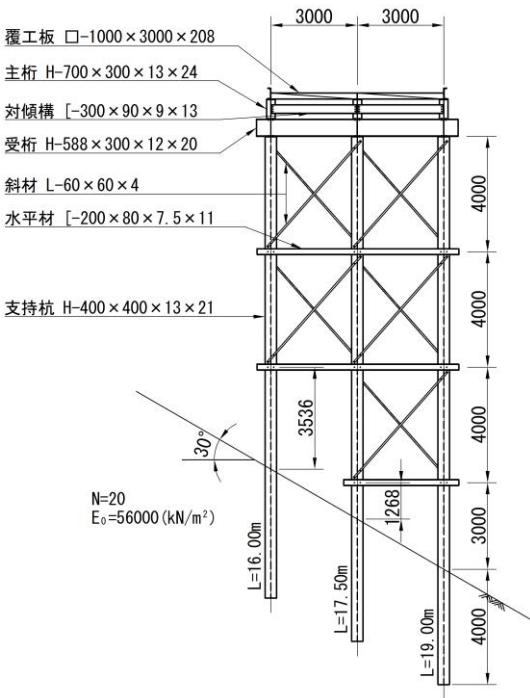


図 1 仮栈橋構造図

表 1 部材仕様

部材	部材仕様	断面積 A(m ²)	断面二次 モーメント Iz(m ⁴)	モデル化
支持杭	H-400×400×13×21	2.187.E-02	2.240.E-04	○
受桁	H-588×300×12×20	1.872.E-02	1.140.E-03	○
水平材	[-200×80×7.5×11]	3.133.E-03	1.950.E-05	○
斜材	L-60×60×4	4.692.E-04	1.600.E-07	○
主桁	H-700×300×13×24	—	—	荷重で考慮
対傾構	[-300×90×9×13]	—	—	荷重で考慮
覆工板	□-1000×3000×208	—	—	荷重で考慮

橋軸直角方向の分担幅を考慮して（左杭：中央杭：右杭）＝（1:2:1）の比率で作用させた．②水平荷重は左杭の上端節点に対し右向き 100kN を集中荷重として作用させた．

地盤はバネでモデル化した．水平方向地盤反力係数 k_H (kN/m³)の算定方法は「仮設構造物工指針」pp.147～148 に記載されている方法とし， k_H の算定に使用する地盤の変形係数 E_0 (kN/m²)は， $E_0=2800N$ により算定した．

3. フレーム解析と「仮設構造物工指針」との比較

フレーム解析による曲げモーメント図を図 3 に示す．また，各杭の軸力 N ，杭頭曲げモーメント M_0 ，地中部

キーワード 仮栈橋，仮設構造物工指針，フレーム解析
連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿一丁目 25 番 1 号 新宿センタービル 大成建設(株)本社
TEL：03-3348-1111（代表）

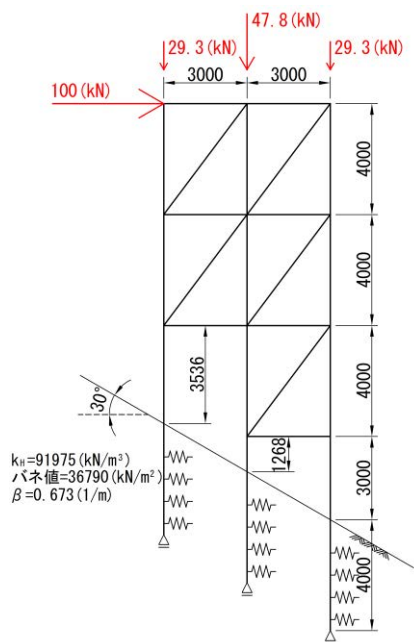


図 2 フレームモデル

最大曲げモーメント M_m を表 2 にまとめる．表 2 には比較のために鉛直荷重による N ，「仮設構造土工指針」p.147 に記載されている Chang の式による M_0 ， M_m を示した．このとき，鉛直荷重は受桁自重と図 2 に示す荷重を考慮し，杭の突出長 h は $h = 3.000(\text{m})$ とした．

$$M_0 = \frac{1+\beta h}{2\beta} H_0 \tag{1}$$

$$M_m = \frac{H_0}{2\beta} \sqrt{1 + (\beta h)^2} \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{\beta h}\right) \tag{2}$$

表 2 のフレーム解析による軸力を見ると，水平力により左杭，中央杭に引抜力が発生していることがわかる．右杭の押込力は鉛直荷重による軸力に対して 5～9 倍程度となり，設計上無視できない影響が見られた．

曲げモーメントについては，左杭，中央杭の杭頭曲げモーメントが右杭の杭頭曲げモーメントと比較して 3 倍以上大きく，右杭の水平力に対する負担が小さいことがわかる．Chang の式との比較に着目すると，フレーム解析による杭頭曲げモーメントは Chang の式に対して 7 割程度であり，本検討のような高さの高い栈橋では Chang の式による杭頭曲げモーメントは保守的であると言える．一方，地中部最大曲げモーメントについてはフレーム解析による左杭と中央杭の曲げモーメントの方が Chang の式よりも大きい値となった．

4. まとめ

本稿では，斜面上に設置される高さの高い仮栈橋を想定したフレーム解析を実施し，水平力による杭の軸力への影響や，「仮設構造土工指針」に記載されている

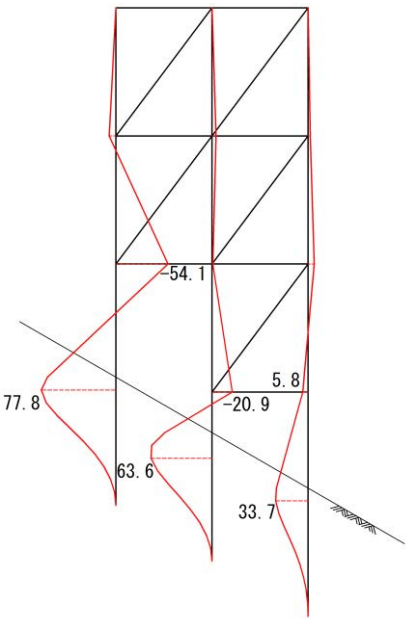


図 3 曲げモーメント図 (kN・m)

表 2 各杭の軸力および曲げモーメント

				左杭	中央杭	右杭
軸力	フレーム(杭頭) (押込：+)	N	(kN)	-101.7	-6.2	281.3
	鉛直荷重より (押込：+)	N'	(kN)	31.5	52.1	31.5
曲げモーメント	フレーム 杭頭	M_0	(kN・m)	54.1	20.9	5.8
	地中部最大	M_m	(kN・m)	77.8	63.6	33.7
	Chang 杭頭	M_{0C}	(kN・m)	74.8		
	地中部最大	M_{mC}	(kN・m)	35.2		
	フレーム/Chang(杭頭)	M_0/M_{0C}	-	0.72	0.28	0.08
	フレーム/Chang(地中部最大)	M_m/M_{mC}	-	2.21	1.81	0.96

Chang の式による曲げモーメントとの違いを調べた．

水平力により発生する杭の軸力については「仮設構造土工指針」に明記されていないが，杭の支持力照査，応力度照査において無視できない大きさとなる場合があり，設計手法の選定には慎重な判断が必要である．一方，杭頭曲げモーメントについては Chang の式では保守的に算定される傾向が見られ，フレーム解析の適用により経済性が改善される可能性が示唆された．

なお，各杭の水平力の負担割合を上術の結果より平準化する方法として，斜材を圧縮材として設計する案が考えられる．斜材を圧縮材として設計する場合は，クロス配置の斜材両方をモデル化し計算すればよい．ただし，圧縮材として機能する剛性を持つ部材を選定することに留意が必要である．（例えば，細長比 200 以下の部材）

参考文献

- ・ 道路土工 仮設構造土工指針（平成 11 年 3 月）
社団法人 日本道路協会

解析コード

- ・ FRAME マネージャ Ver.6.1.5