

5. 5 ジャケット式栈橋

【告示】 (栈橋の性能規定)

第五十五条 第四十八条の規定は、栈橋の性能規定について準用する。

2 前項に規定するもののほか、栈橋の性能規定は、次の各号に定めるものとする。

一 栈橋の渡版が次の基準を満たすこと。

イ 利用状況に応じて、荷役、乗降等を安全かつ円滑に行えるための所要の諸元を有すること。

ロ 栈橋の上部工に水平方向の荷重を伝達させないものであり、かつ、地震動等の作用により生じる栈橋部及び土留部の変形に対して落版しないこと。

二 主たる作用がレベル1地震動、船舶の接岸及び牽引並びに載荷重である変動状態に対して、次の基準を満たすこと。

イ 上部工の部材の健全性を損なう危険性が限界値以下であること。

ロ 杭に作用する軸方向力が地盤の破壊に基づく抵抗力を超える危険性が限界値以下であること。

ハ 杭に生じる応力度が降伏応力度を超える危険性が限界値以下であること。

三 主たる作用が変動波浪である変動状態に対して、次の基準を満たすこと。

イ 渡版に作用する揚圧力により渡版の安定性を損なう危険性が限界値以下であること。

ロ 上部工の部材の健全性を損なう危険性が限界値以下であること。

ハ 杭に作用する軸方向力が地盤の破壊に基づく抵抗力を超える危険性が限界値以下であること。

四 補剛部材を有する構造の場合にあつては、主たる作用が変動波浪、レベル1地震動、船舶の接岸及び牽引並びに載荷重である変動状態に対して、補剛部材及び格点部の健全性を損なう危険性が限界値以下であること。

3 第四十九条から第五十二条までの規定は、構造形式に応じて、栈橋の土留部の性能規定について準用する。

(1) ジャケット式栈橋（補剛部材を有する構造の栈橋）の性能照査にあつては、5. 2 直杭式横栈橋及び5. 3 斜め組杭式横栈橋に準じる他、詳細については、ジャケット工法技術マニュアル²³⁾を参考にすることができる。

(2) レベル1地震動に関する変動状態におけるジャケット式栈橋の性能照査に用いる照査用震度の特性値は、構造特性を勘案して適切に算定するものとする。なお、ジャケット式栈橋の照査用震度の算定にあつては、5. 2. 3 (14)耐震性能照査に用いる地震動を参照することができる。

(3) ジャケット式栈橋の断面の例を図-5.5.1に示す。

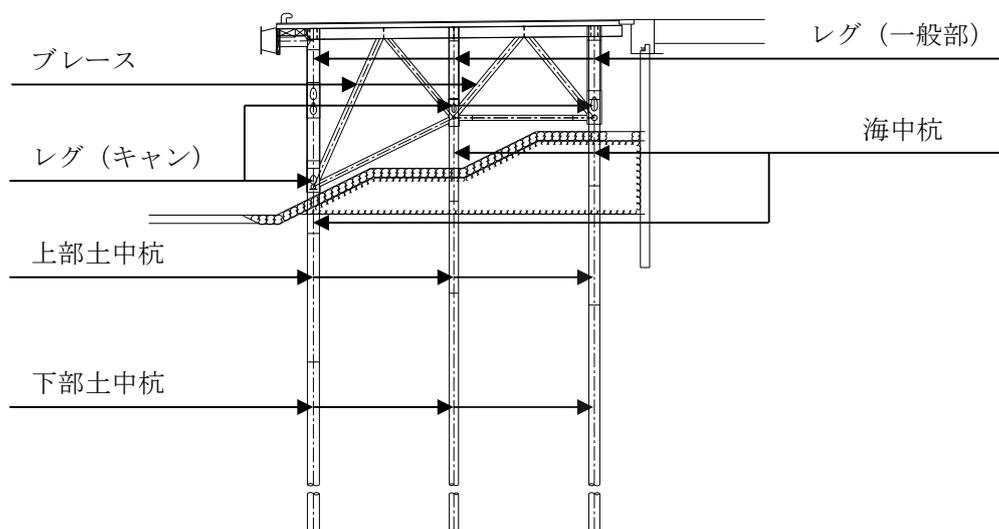


図-5.5.1 ジャケット式栈橋の断面の例

(4) レベル 2 地震動に対する偶発状態以外の設計状態に対する部分係数のうち、船舶の作用による変動状態（船舶接岸時、牽引時）およびレベル 1 地震動による変動状態については、表-5.5.1 の数値を参照することができる^{23-1) 23-2)}。ここで、断面力に関する係数とは、5.2 直杭式横棧橋に対する係数と同様に、鋼材降伏強度の部分係数を 1.0 とし、骨組み解析により得られる断面力をこの係数により除することで杭等に発生する応力に関する照査を行うための係数である。

表-5.5.1

1)標準的な部分係数

(a)船舶の作用による変動状態（船舶接岸時、牽引時）、載荷重による変動状態（作業時）

			耐震強化施設						
目標信頼性指標 β_T			3.2						
目標破壊確率 P_T			9.1×10^{-4}						
			γ	α	μ/X_k			V	確率分布
					SKK400 STK400 SM400	SKK490 STK490 SM490	SM490Y		
A	γ_{σ_s}	鋼材降伏強度	1.00	0.65	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{ch}}$	地盤反力係数	0.59	0.27	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{P_H}	水平力	1.37	-0.71	0.870	0.870	0.870	0.25	正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
B	γ_{σ_s}	鋼材降伏強度	1.00	0.60	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{ch}}$	地盤反力係数	0.38	0.48	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{P_H}	水平力	1.31	-0.64	0.870	0.870	0.870	0.25	正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
C	γ_{σ_s}	鋼材降伏強度	1.00	0.80	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{ch}}$	地盤反力係数	1.06	0.00	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{P_H}	水平力	1.29	-0.60	0.870	0.870	0.870	0.25	正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
D	γ_{σ_s}	鋼材降伏強度	1.00	0.69	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{ch}}$	地盤反力係数	0.35	0.51	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{P_H}	水平力	1.22	-0.51	0.870	0.870	0.870	0.25	正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—

※1： α ：感度係数、 μ/X_k ：平均値の偏り（平均値/特性値）、V：変動係数である。

※2： 水平力として、防舷材反力（船舶接岸時）、牽引力（牽引時）、クレーン水平力（クレーン作業時）がある。

※3： A：レグ（キャン）及びブレース、B：レグ（一般部）及び海中杭、C：上部土中杭（土中における曲げモーメントの第一極大点を含む杭の部位）、D：下部土中杭（上部土中杭以深の継ぎ杭した部位）である。

		耐震強化施設以外							
目標信頼性指標 β_T		2.9							
目標破壊確率 P_{FT}		1.9×10^{-3}							
		γ	α	μ/X_k			V	確率分布	
				SKK400 STK400 SM400	SKK490 STK490 SM490	SM490Y			
A	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.65	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.63	0.27	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{P_H}	水平力	1.32	-0.71	0.870	0.870	0.870	0.25	正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
B	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.60	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.41	0.48	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{P_H}	水平力	1.27	-0.64	0.870	0.870	0.870	0.25	正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
C	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.80	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	1.06	0.00	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{P_H}	水平力	1.25	-0.60	0.870	0.870	0.870	0.25	正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
D	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.69	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.39	0.51	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{P_H}	水平力	1.19	-0.51	0.870	0.870	0.870	0.25	正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—

※1: α : 感度係数、 μ/X_k : 平均値の偏り (平均値/特性値)、V: 変動係数である。

※2: 水平力として、防舷材反力 (船舶接岸時)、牽引力 (牽引時)、クレーン水平力 (クレーン作業時) がある。

※3: A: レグ (キャン) 及びブレース、B: レグ (一般部) 及び海中杭、C: 上部土中杭 (土中における曲げモーメントの第一極大点を含む杭の部位)、D: 下部土中杭 (上部土中杭以深の継ぎ杭した部位) である。

(b)レベル1地震動による変動状態

		耐震強化施設(特定)							
目標信頼性指標 β_T		3.65							
目標破壊確率 P_T		1.3×10^{-4}							
		γ	α	μ/X_k			V	確率分布	
				SKK400 STK400 SM400	SKK490 STK490 SM490	SM490Y			
A	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.42	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.52	0.29	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.81	-0.85	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
B	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.47	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.30	0.52	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.64	-0.71	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
C	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.62	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.98	0.03	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.72	-0.78	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
D	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.50	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.20	0.67	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.46	-0.55	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—

※1: α : 感度係数、 μ/X_k : 平均値の偏り (平均値/特性値)、V: 変動係数である。

※2: A: レグ (キャン) 及びブレース、B: レグ (一般部) 及び海中杭、C: 上部土中杭 (土中における曲げモーメントの第一極大点を含む杭の部位)、D: 下部土中杭 (上部土中杭以深の継ぎ杭した部位) である。

		耐震強化施設(標準)							
目標信頼性指標 β_T		2.67							
目標破壊確率 P_T		3.8×10^{-3}							
		γ	α	μ/X_k			V	確率分布	
				SKK400 STK400 SM400	SKK490 STK490 SM490	SM490Y			
A	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.46	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.68	0.24	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.53	-0.84	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
B	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.45	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.50	0.41	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.49	-0.79	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
C	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.58	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	1.06	0.00	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.51	-0.81	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
D	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.48	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.35	0.61	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.36	-0.63	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—

※1: α : 感度係数、 μ/X_k : 平均値の偏り (平均値/特性値)、 V : 変動係数である。

※2: A: レグ (キャン) 及びブレース、B: レグ (一般部) 及び海中杭、C: 上部土中杭 (土中における曲げモーメントの第一極大点を含む杭の部位)、D: 下部土中杭 (上部土中杭以深の継ぎ杭した部位) である。

		耐震強化施設以外							
目標信頼性指標 β_T		2.19							
目標破壊確率 P_T		1.4×10^{-2}							
		γ	α	μ/X_k			V	確率分布	
				SKK400 STK400 SM400	SKK490 STK490 SM490	SM490Y			
A	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.46	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.74	0.24	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.41	-0.84	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
B	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.45	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.58	0.41	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.38	-0.79	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
C	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.58	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	1.06	0.00	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.39	-0.81	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—
D	γ_{σ_y}	鋼材降伏強度	1.00	0.48	1.260	1.196	1.200	0.08	正規
	$\gamma_{k_{CH}}$	地盤反力係数	0.43	0.61	1.333	1.333	1.333	0.76	対数正規
	γ_{k_h}	照査用震度	1.29	-0.63	1.000	1.000	1.000	0.20	対数正規
	γ_q	載荷重	1.00	—	—	—	—	—	—
	γ_a	構造解析係数	1.00	—	—	—	—	—	—

※1: α : 感度係数、 μ/X_k : 平均値の偏り (平均値/特性値)、 V : 変動係数である。

※2: A: レグ (キャン) 及びブレース、B: レグ (一般部) 及び海中杭、C: 上部土中杭 (土中における曲げモーメントの第一極大点を含む杭の部位)、D: 下部土中杭 (上部土中杭以深の継ぎ杭した部位) である。

2) 断面力に関する係数

(a) 船舶の作用による変動状態（船舶接岸時、牽引時）、載荷重による変動状態（作業時）

			耐震強化施設	耐震強化施設 以外	
γ_{sec}	断面力に関する係数	A	SKK400, STK400, SM400	1.07	1.05
			SKK490, STK490, SM490	1.02	1.00
			SM490Y	1.02	1.00
		B	SKK400, STK400, SM400	1.08	1.07
			SKK490, STK490, SM490	1.03	1.01
			SM490Y	1.03	1.01
		C	SKK400, STK400, SM400	1.03	1.00
			SKK490, STK490, SM490	0.97	0.95
			SM490Y	0.98	0.95
		D	SKK400, STK400, SM400	1.06	1.04
			SKK490, STK490, SM490	1.00	0.98
			SM490Y	1.01	0.99

※1： A：レグ（キャン）及びブレース、B：レグ（一般部）及び海中杭、C：上部土中杭（土中における曲げモーメントの第一極大点を含む杭の部位）、D：下部土中杭（上部土中杭以深の継ぎ杭した部位）である。

(b) レベル1地震動による変動状態

			耐震強化施設 (特定)	耐震強化施設 (標準)	耐震強化施設 以外	
γ_{sec}	断面力に関する係数	A	SKK400, STK400, SM400	1.10	1.14	1.16
			SKK490, STK490, SM490	1.05	1.08	1.10
			SM490Y	1.05	1.08	1.10
		B	SKK400, STK400, SM400	1.09	1.14	1.16
			SKK490, STK490, SM490	1.03	1.08	1.10
			SM490Y	1.04	1.09	1.11
		C	SKK400, STK400, SM400	1.03	1.10	1.13
			SKK490, STK490, SM490	0.98	1.05	1.07
			SM490Y	0.98	1.05	1.08
		D	SKK400, STK400, SM400	1.08	1.13	1.15
			SKK490, STK490, SM490	1.02	1.07	1.09
			SM490Y	1.02	1.08	1.10

※1： A：レグ（キャン）及びブレース、B：レグ（一般部）及び海中杭、C：上部土中杭（土中における曲げモーメントの第一極大点を含む杭の部位）、D：下部土中杭（上部土中杭以深の継ぎ杭した部位）である。

(5) レベル2地震動に対する動的解析法による照査

① レベル2地震動に関する偶発状態におけるジャケット式栈橋の性能照査は、当該施設のおかれる状況、重要度及び解析手法の精度等を考慮して、適切に実施されなければならない。ジャケット式栈橋の性能照査は、直杭式横栈橋に準じることができるが、トラスの形状を考慮して部材に生じる作用を適切に設定すること。なお、ジャケット式栈橋と直杭式横栈橋との動的特性の相違点には、以下のようなものがあり注意が必要である。

- (a) トラス構造であることから固有周期が短い。
- (b) 格点を有する構造であることから、破壊メカニズムが複雑である。
- (c) 格点部に対する照査が別途必要になる。

- ② 性能照査方法の例としては、質点系の動的解析により照査用断面を設定し、その後、別途算定された杭周辺の地盤の変形量を用いて、栈橋の骨組み構造を用いた応答変位法を実施する方法等が挙げられる。
- ③ ジャケット式栈橋は、一般に、補剛部材の座屈後においても耐力を有するものであるため、ジャケットのブレース材の非線形履歴のモデル化には、座屈後の特性を表現できる要素を用いる必要がある。座屈曲線は、有限要素法による方法や塑性ヒンジを仮定する方法等があるが、簡易的にいくつかの曲線や直線で近似したモデルが使用されることがある²⁴⁾。
- ④ レベル 2 地震動に関する偶発状態において、ジャケット式栈橋に求められる性能については、基本的には、直杭式横栈橋と同様であるが、ジャケットと杭の接合部や格点部等のジャケット式栈橋

[参考文献]

- 1) 鈴木敦己, 久保浩一, 田中芳夫: 斜面における鉛直単杭の横抵抗、港湾技術研究所報告, Vol.5, No.2, 1966
- 2) 菊池喜昭, 小椋卓実, 石丸 守, 近藤武司: 捨石地盤の横方向地盤反力係数, 土木学会第 53 回年次学術講演会, 1998
- 3) 山下生比古: 港研方式杭の横抵抗計算法に基づく仮想固定点, 港湾技研資料 No.105, pp.1~12, 1970
久保浩一: 杭の横抵抗の新しい計算法, 港湾技術研究所報告 Vol.2 No.3, pp.1~37, 1964
- 5) 山下生比古, 荒田昌潔: C 型地盤における頭部埋込杭の基準曲線, 港湾技研資料 No.65, pp.13~25, 1969
- 6) 山下生比古, 稲富隆昌, 小蔵紘一郎, 奥山育英: 数値解による杭の横抵抗の基準曲線の作成, 港湾技術研究所報告 Vol.10 No.1, pp.107~168, 1971
- 7) 長尾 毅, 田代聡一: 栈橋式岸壁の耐震性照査手法に関する解析的研究, 土木学会論文集, No.710, I-60, pp.385~398, 2002
- 8) 長尾 毅, 菊池喜昭, 藤田宗久, 鈴木 誠, 佐貫哲朗: 栈橋式係船岸のレベル 1 地震動に対する信頼性設計法, 構造工学論文集 Vol.52A, pp.201~208, 2006
- 9) 長尾 毅, 柴崎隆一, 尾崎竜三: 経済損失を考慮した期待総費用最小化のための岸壁の常時のレベル 1 信頼性設計法, 構造工学論文集 Vol.51A, pp.389-400, 2005
- 10) 南兼一郎, 高橋邦夫, 横田 弘, 園山哲夫, 川端規之, 関口宏二: 神戸港 T 栈橋の地震被害状況と静的および動的解析, 基礎工 Vol.25 No.9, pp.112~119, 1997
- 11) 小堤 治, 塩崎禎郎, 一井康二, 井合 進, 森 玄: 二次元有効応力解析法の解析精度向上に関する検討, 海洋開発論文集, 第 20 巻, pp.443~448, 2004
- 12) FLIP 研究会: 杭基礎のモデル化方法の検討 平成 15 年度成果報告書, 2004
- 13) K. Kitade, Y. Kawamata, K. Ichii and S. Iai: Analysis of laterally loaded pile groups using 2-D FEM, 11th ICSDEE and 3rd ICEGE, Berkeley, CD-ROM, 2004
- 14) 小堤治, 溜幸生, 岡由剛, 一井康二, 井合進, 梅木康之: 2 次元有効応力解析における杭と液状化地盤の相互作用のモデル化, 第 38 回地盤工学研究発表会, 2003
- 15) 小堤治, 溜幸生, 岡由剛, 井合進, 梅木康之: 2 次元有効応力解析における杭と液状化地盤の相互作用のモデル化, 第 58 回土木学会年次学術講演会, 2003
- 16) 川中政美, 安藤崇男, 溜幸生, 井合進, 田河祥一: 土の構成則に関する相互作用ばねを用いた単杭の水平載荷実験の 2 次元有限要素法解析—砂質地盤—, 第 58 回土木学会年次学術講演会, 2003
- 17) 吉川茂樹, 曲伝軍, 溜幸生, 井合進, 梅木康之: 土の構成則に関する相互作用ばねを用いた単杭の水平載荷実験の 2 次元有限要素法解析—粘性地盤—, 第 58 回土木学会年次学術講演会, 2003
- 18) 小竹望, 溜幸生, 小堤治, 井合進, 田河祥一: 土の構成則に関する相互作用ばねを用いた単杭の水平載荷実験の 2 次元有限要素法解析—地表面の影響—, 第 58 回土木学会年次学術講演会, 2003
- 19) 寿楽和也, 一井康二, 篠崎晴彦, 井合進, 田河祥一: 2 次元解析における杭—地盤相互作用ばねを用いた群杭効果の評価手法の検討, 第 58 回土木学会年次学術講演会, 2003
- 20) 河又洋介, 一井康二, 篠崎晴彦, 井合進, 梅木康之: 杭—地盤相互ばねを組み込んだ 2 次元解析によるスタナミック水平載荷実験のシミュレーション, 第 58 回土木学会年次学術講演会, 2003
- 21) 岡由剛, 佐藤靖彦, 河辺知之, 塩崎禎郎, 井合進, 梅木康之: 杭近傍地盤の応力—歪関係に依存する相互作用ばねを用いた杭基礎の 2 次元有限要素法解析, 第 58 回土木学会年次学術講演会, 2003
- 22) 沿岸開発技術研究センター: 格点式ストラット工法技術マニュアル, 2000
- 23) 沿岸開発技術研究センター: ジャケット工法技術マニュアル, 2000
- 23-1) 中村直志, 浅野隆司, 長尾毅, 諸星一信, 石原慎太郎: ジャケット式栈橋が保有する部材別の信頼性指標の評価, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp.477-482, 2008
- 23-2) 浅野隆司, 中村直志, 長尾毅, 渡部昌治, 石原慎太郎: ジャケット式栈橋のレベル 1 信頼性設計法, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp.471-476, 2008
- 24) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 2004
- 25) 日本道路協会: 立体横断施設技術基準・同解説, 1979