

## 第52回 労働安全コンサルタント試験 (土木安全)

061022

土木安全

1/7

注：試験問題は、全部で4問です。問1又は問2から1問、問3又は問4から1問、合計2問を選択して解答用紙に解答を記入してください。また、問3及び問4の解答は、計算過程も記入してください。

問 1 道路に埋設された水道管の取替え工事について、以下の設問に答えよ。工事は、①埋設された管の取出しのための掘削、②古い管の取出し、③新たな管の設置、④埋戻しという順に行う。なお、溝の掘削深さは1.5 m程度であり、掘削はドラグ・ショベルを用いて行い、掘削土はダンプトラックで運搬するものとする。

(1) この工事で想定される労働災害を五つ挙げ、その発生状況及びその労働災害の防止のために必要な安全対策を述べよ。

(2) 水道管を設置する際にクレーン機能付きドラグ・ショベルを使用する。これについて、次の問に答えよ。

① クレーン機能付きドラグ・ショベルの構造・機能の特徴を三つ述べよ。

② クレーン機能付きドラグ・ショベルを用いてクレーン作業を行う際に安全上留意すべき事項を三つ述べよ。

問 2 40年前に築造された道路盛土内にクラックが発生し、時間とともにクラック幅が増大していることが確認された(図1)。そのため、全面通行止めとして、災害防除工事を行うこととなった。道路の迂回路設計と本復旧のための調査設計業務を建設コンサルタント業者が実施したところ、以下のことが分かった。

① 地形・地質図から沢埋め盛土であり、集水地形を呈していること。

② ボーリング調査の結果、盛土は含水比が高くなると泥濘化しやすい火山灰質粘性土を主体とするものであること。

③ 盛土内の地下水位は通常時も高く、降雨や融雪水によってさらに上昇すること。

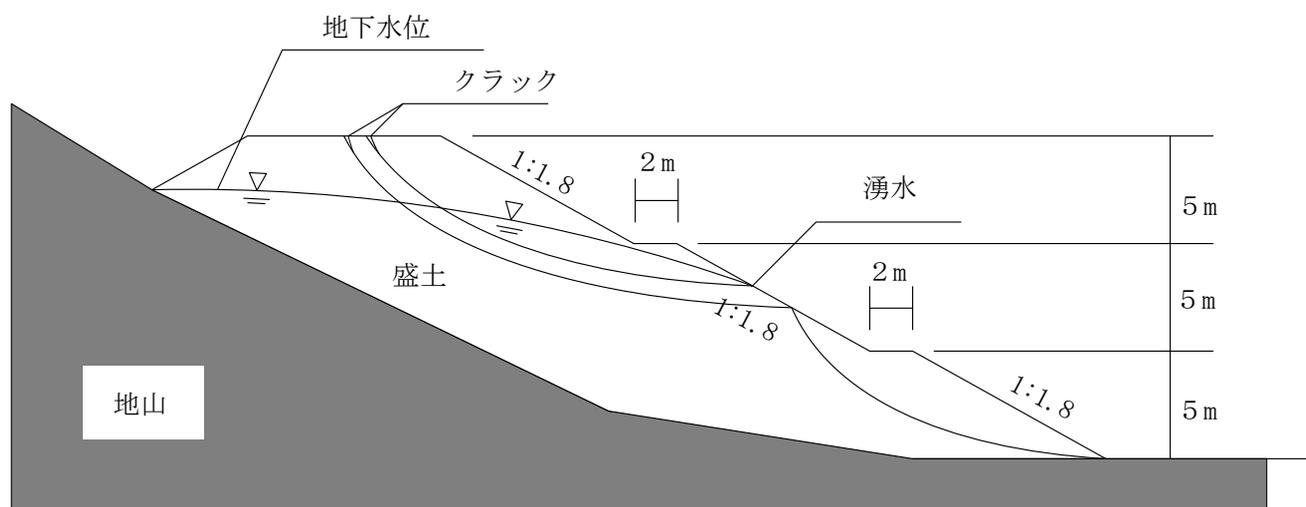
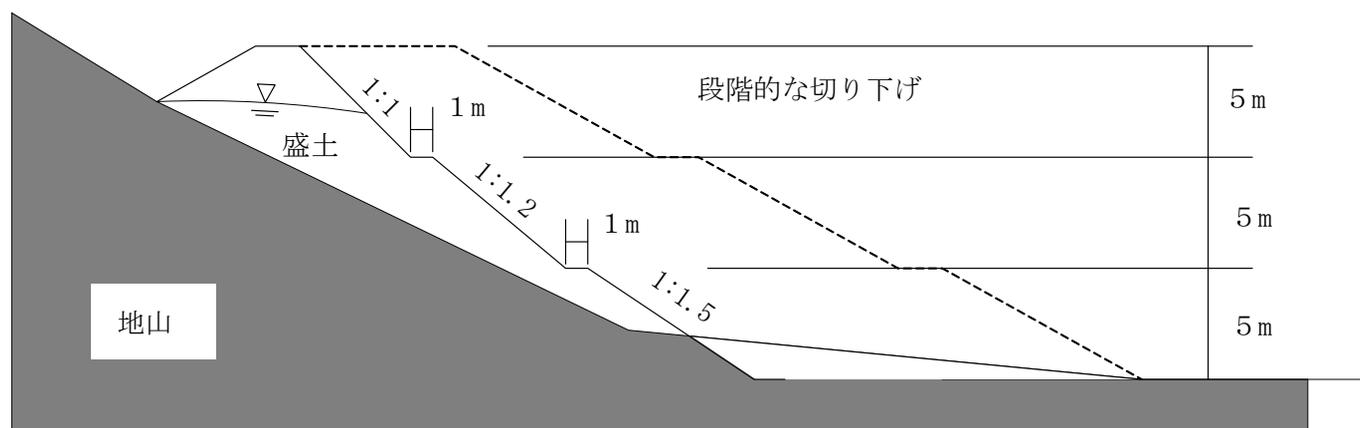
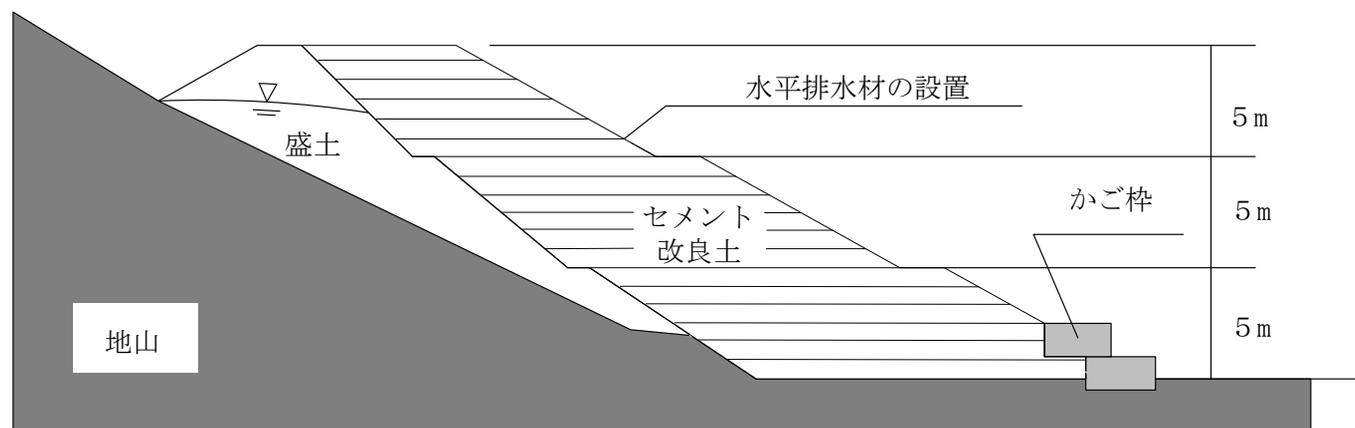


図1 盛土の崩壊状況

発注者は建設コンサルタント業者の調査結果を踏まえて、図2(1)のように不安定土塊を排土し、排土した盛土材をセメント等で改良して再利用する方法を採用し、施工業者に発注した。本復旧に当たり、図2(2)のように法尻部には透水性の良い土留め（かご枠工）を設置するほか、斜面中に水平排水材を設置して盛土内に地下水位が発生しないようにした。これに関して、以下の設問に答えよ。



(1) 不安定土塊の排土



(2) セメント改良土にて再構築（その際には水平排水材を設置）

図2 採用された復旧方法

- (1) 復旧工事の工程として、クラックが発生した盛土箇所を中心として段階的に図2(1)のように掘削する。その際に考えられる災害を三つ挙げ、それぞれの原因と対策を述べよ。
- (2) 発注者が発注した内容には既存の盛土中に排水工を施工する項目が欠落しており、既存の盛土の切り下げが終了した段階で集中豪雨によって既存の盛土部分の斜面の一部が崩壊した。崩壊箇所の上部には、クラックが見られ、法尻部からは湧水が確認された。復旧工事において斜面の崩壊の発生を防止するために講じるべきであった措置又は工事を再開するときに斜面崩壊の発生に備えるために施工業者が講ずべき措置として考えられるものを三つ挙げ、それぞれについて、その実施に当たっての留意事項を述べよ。

問 3 張出し足場は、地上から足場を建てられない場合に計画されるが、通常は建物躯体から張出し材を出して構台を組み、その上に足場を架設する。図1に示すような張出し足場の張出し材について、以下の設問に答えよ。張出し材はH形鋼（SS400材，H-250×250×9×14）を使用し、図2に示すような片持ち梁として検討するものとし、張出し材には足場からの集中荷重 $P$ と張出し材自重 $w$ が図2のように作用するものとする。なお、使用するH形鋼の諸特性は、表1のとおりである。

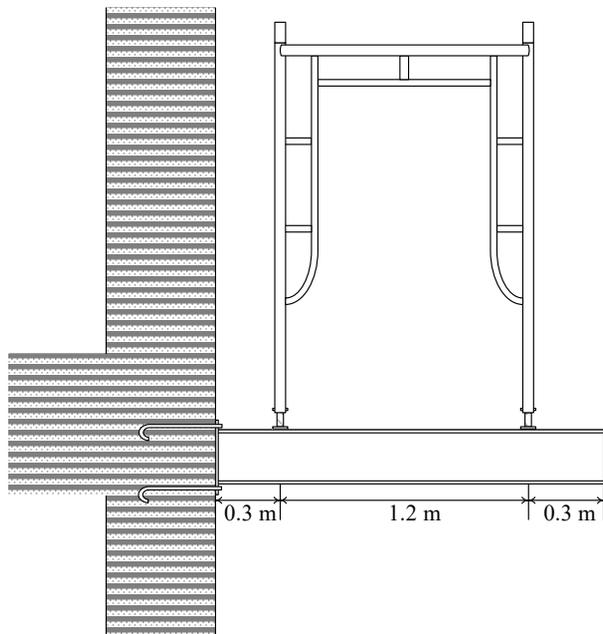


図1 張出し足場

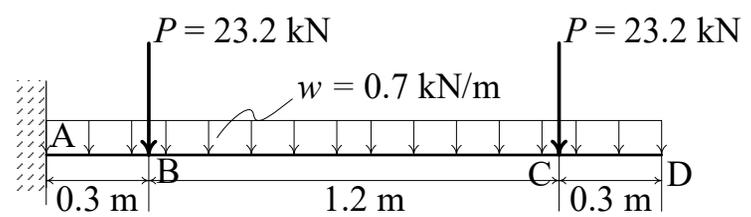


図2 片持ち梁へのモデル化

表1 H形鋼の諸特性

断面二次モーメント	$I = 10800 \text{ cm}^4$
断面係数	$Z = 867 \text{ cm}^3$
許容引張応力	$f_t = 15.6 \text{ kN/cm}^2$
許容曲げ応力	$f_b = 15.6 \text{ kN/cm}^2$
許容せん断応力	$f_s = 9.0 \text{ kN/cm}^2$
ヤング係数	$E = 2.05 \times 10^4 \text{ kN/cm}^2$

- (1) 固定端 A 点の鉛直反力  $V_A$  [kN] とモーメント反力  $M_A$  [kN・m] を求めよ。
- (2) 梁に加わる最大曲げ応力  $\sigma_b$  [kN/cm<sup>2</sup>] を求めよ。また、その値から曲げに対する安全性を満足しているか検討せよ。

- (3) 梁に加わるせん断応力  $\tau$  [kN/cm<sup>2</sup>] を求めよ。また、その値からせん断に対する安全性を満足しているか検討せよ。ここで、せん断力は H 形鋼のウェブ部分（図 3 の斜線で示す長方形部分）で負担すると仮定する。

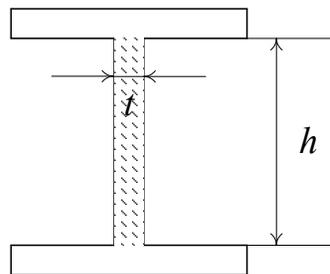


図 3 せん断力の負担部分

- (4) 張出し材の最大たわみ  $\delta$  [m] を求めよ。また、張出し長  $L$  と最大たわみ  $\delta$  の比である  $\delta/L$  の値を求めよ。なお、片持ち梁の自由端のたわみを算出する計算公式は表 2 によること。

表 2 片持ち梁の自由端のたわみを算出する計算公式

	集中荷重	等分布荷重
自由端のたわみ $\delta$	$\delta = \frac{Pb^3}{3EI} \left( 1 + \frac{3a}{2b} \right)$	$\delta = \frac{wL^4}{8EI}$

問 4 基礎工事用建設機械（くい打機）について、以下の設問に答えよ。  
 なお、機械の各部位の重量等の条件については次のとおりとする。

- ① 機体、カウンターウェイト等の重量を表1に示す。
- ② 履帯に作用する接地圧の算出方法を図1、記号の意味を表2に示す。

表1 くい打機の各部位の重量

名称	重量 $w$ [kN]	
	アースオーガ非搭載時	アースオーガ搭載時
機体	274.4	
カウンターウェイト	137.2	
リーダー	121.5	
アースオーガ（付随するものを含む。）	—	170.5
機械全体の重量 $\Sigma w$	533.1	703.6

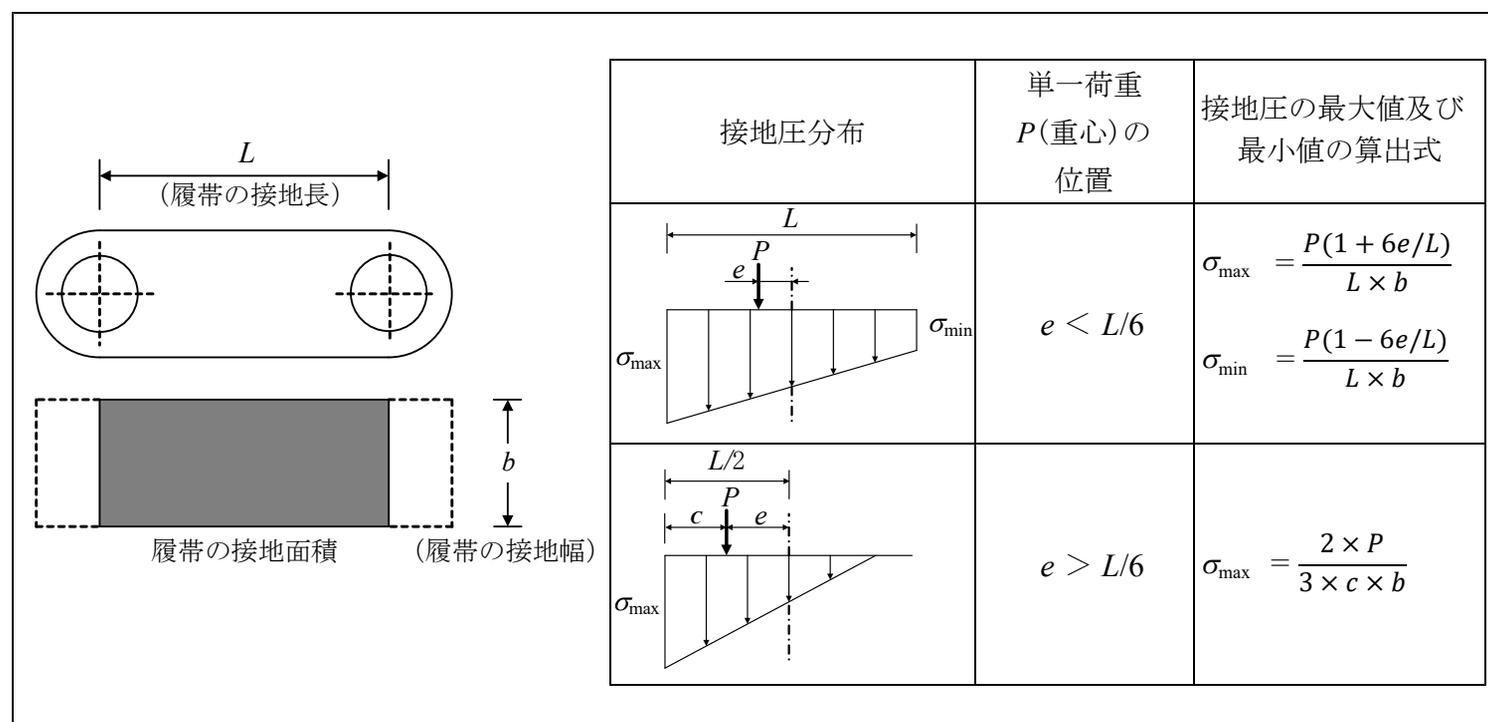


図1 履帯接地面の接地圧の算出方法

表2 記号の意味

記号	意味
$L$	履帯の接地長 ( $L = 4.5$ m)
$b$	履帯の接地幅 ( $b = 0.8$ m)
$P$	履帯上に作用する重量 (機械全体の重量 $\Sigma w$ の 1/2)
$\sigma_{\min}$	接地圧の最小値
$\sigma_{\max}$	接地圧の最大値
$e$	履帯中心から $P$ が作用する位置までの距離 (偏心量)
$c$	履帯接地面端部から $P$ が作用する位置までの距離
$x_G$	転倒支点から機械全体の重心位置までの水平距離
$y_G$	転倒支点から機械全体の重心位置までの鉛直距離

- (1) 図2に示すくい打機（アースオーガ非搭載時）について、各部位の重量及び重心位置が下表のとおりであるとき、下表の空欄に入る数値を求め、それにより  $x_{G1}$  [m] 及び  $y_{G1}$  [m] を小数点以下2桁まで求めよ。

(解答は解答用紙に記入すること。)

	重量 $w$ [kN]	重心位置		モーメント	
		$x$ [m]	$y$ [m]	$w \times x$ [kN・m]	$w \times y$ [kN・m]
機体	274.4	2.15	1.8		
カウンターウェイト	137.2	5.5	1.8		
リーダー	121.5	-0.8	15.2		
合計（機械全体）	533.1	—	—		

- (2) 図2に示すくい打機（アースオーガ非搭載時）について、履帯に作用する接地圧の最大値  $\sigma_{\max 1}$  [kN/m<sup>2</sup>] を小数点以下1桁まで求めよ。

- (3) 図3に示すくい打機（アースオーガ搭載時）について、各部位の重量及び重心位置が下表のとおりであるとき、下表の空欄に入る数値を求め、それにより  $x_{G2}$  [m] 及び  $y_{G2}$  [m] を小数点以下2桁まで求めよ。

(解答は解答用紙に記入すること。)

	重量 $w$ [kN]	重心位置		モーメント	
		$x$ [m]	$y$ [m]	$w \times x$ [kN・m]	$w \times y$ [kN・m]
機体	274.4	2.15	1.8		
カウンターウェイト	137.2	5.5	1.8		
リーダー	121.5	-0.8	15.2		
アースオーガ	170.5	-2.1	20.8		
合計（機械全体）	703.6	—	—		

- (4) 図3に示すくい打機（アースオーガ搭載時）について、履帯に作用する接地圧の最大値  $\sigma_{\max 2}$  [kN/m<sup>2</sup>] を小数点以下1桁まで求めよ。

- (5) 表3に示す三角関数の値により、アースオーガ非搭載時（図2）における前方安定度  $\theta_{F1}$  [度] 及びアースオーガ搭載時（図3）における前方安定度  $\theta_{F2}$  [度] に最も近い偶数の整数値を求めよ。なお、図4に前方安定度の概念図を示す。

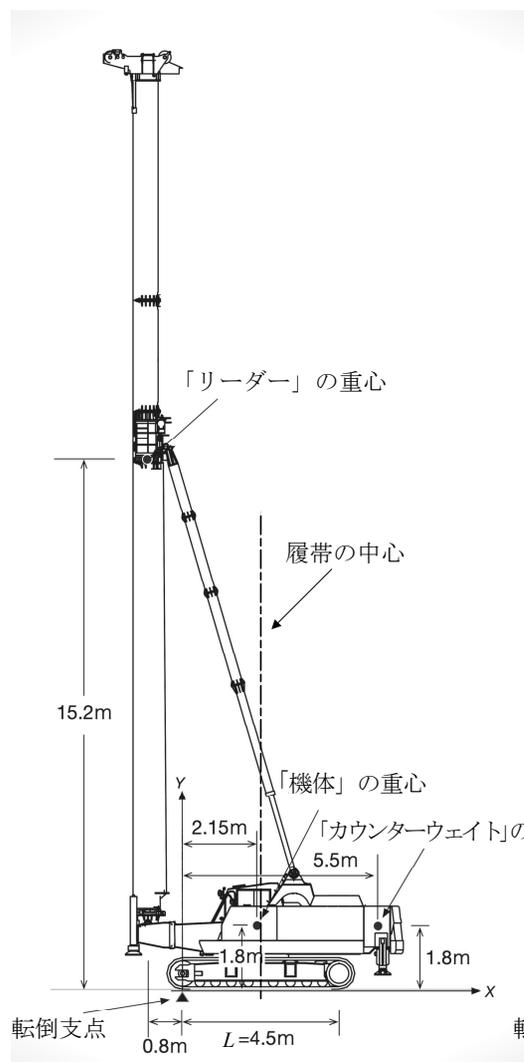


図2 各部位の重心位置  
(アースオーガ非搭載時)

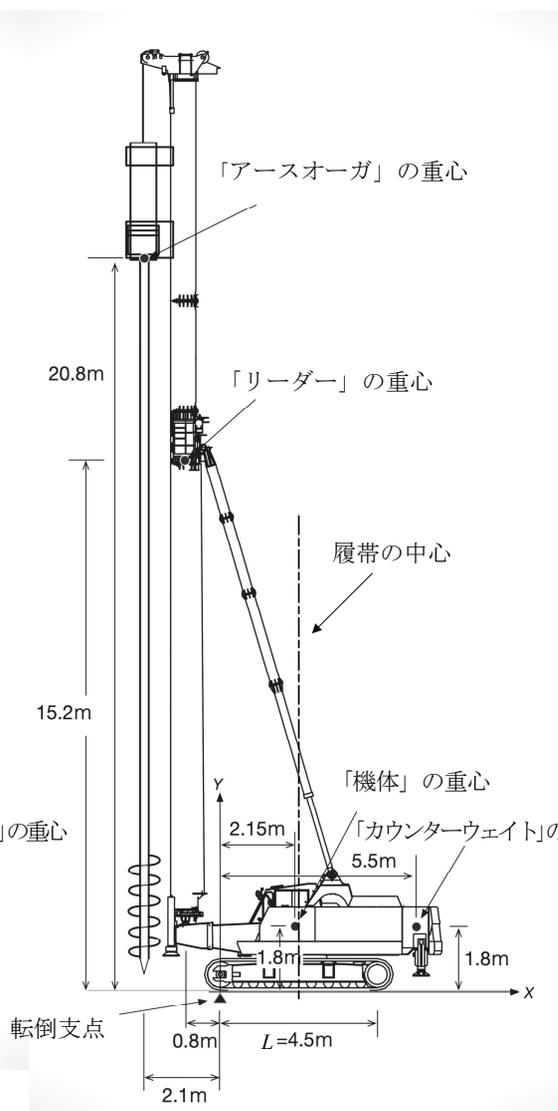


図3 各部位の重心位置  
(アースオーガ搭載時)

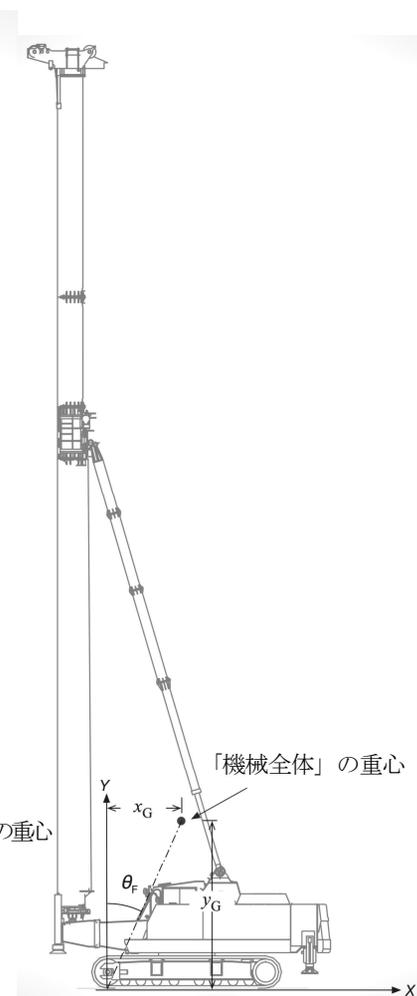


図4 前方安定度  $\theta_F$

表3 三角関数の値

$\tan 2^\circ$	0.035
$\tan 4^\circ$	0.070
$\tan 6^\circ$	0.105
$\tan 8^\circ$	0.141
$\tan 10^\circ$	0.176
$\tan 12^\circ$	0.213
$\tan 14^\circ$	0.249
$\tan 16^\circ$	0.287
$\tan 18^\circ$	0.325
$\tan 20^\circ$	0.364
$\tan 22^\circ$	0.404
$\tan 24^\circ$	0.445
$\tan 26^\circ$	0.488
$\tan 28^\circ$	0.532
$\tan 30^\circ$	0.577