



# 無圧トンネル構造計算システム

土地改良事業計画設計基準 設計『水路トンネル』基準書 技術書 (平成26年7月) 価格 ¥121,000- (税+HASP 込)

本商品を別保有 HASP に追加登録する場合、価格は¥110,000- (税込) となります。

## 適用基準

- 「土地改良事業計画設計基準 設計『水路トンネル』基準書 技術書」(平成26年7月)
- 「土地改良事業計画設計基準 設計『水路工』基準書 技術書」(平成26年3月)

## 構造型式

- 円形断面
- ぼろ形断面 (3r 形, 1 円弧形)
- 馬蹄形断面 (2r 形, 3r 形, 4r 形)

## 計算範囲

### 1. 部材断面の応力度計算 (常時)

- ・アーチ部
- ・インバート部

### 2. 活荷重の考慮

- ・輪荷重の後輪・前輪の考慮
- ・群集荷重の考慮
- ・荷重範囲を考慮した鉛直荷重
- ・荷重範囲を考慮した水平荷重

### 3. 荷重条件の組み合わせ

- ・最大6 ケースの対応
- ・自動設定+任意荷重の指定

### 4. 配筋の検討

- ・断面部の内側/外側かぶり指定
- ・必要鉄筋量の計算
- ・配筋の自動計算+編集機能

### 5. 印刷出力 (プレビュー表示)

- ・入力データ+計算書印刷
- ・水理特性曲線図を作成印刷
- ・Word 変換出力と電子納品対応



## 補助計算機能

- ① 等流計算機能
- ② トンネル断面サイズ算出機能

**無圧トンネル構造計算システム**

問合せ先: 株式会社 SIPシステム  
プログラム情報: www.sipc.co.jp

**設計条件**

- 単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>): 24.500
- 土圧係数 k: 0.500
- 土かぶり H: 1.000 (m)
- 後輪荷重 P<sub>1</sub>: 55.000 (kN)
- 前輪荷重 P<sub>2</sub>: 19.500 (kN)
- 軸間距離 L: 4.000 (m)
- 群集荷重 P<sub>q</sub>: 2.000 (kN/m<sup>2</sup>)

**断面寸法**

- 形状: 標準馬蹄形断面(4r形)
- 内径 r: 1.100 (m)
- 部材厚 t<sub>1</sub>: 0.250 (m)
- 部材厚 t<sub>2</sub>: 0.250 (m)
- 部材厚 t<sub>3</sub>: 0.250 (m)
- 地下水位 h<sub>0</sub>: 2.700 (m)

**等流計算**

- トンネル内径 r: 1.15 (m)
- トンネルの形状: ぼろ形断面
- 計算種別: 流量算出
- 粗度係数 n: 0.015
- 水深 (m): 80, 90
- 流量 (m<sup>3</sup>): 25, 30

**トンネル断面サイズ算出**

- トンネルの内径 r: 0.883 (m)
- 計画最大流量 Q: 2500 (m<sup>3</sup>/s)
- 粗度係数 n: 0.015
- 水深・直径比 d/D: 0.830
- 水路勾配 I: 280000 ‰
- 必要余裕高 (D-d) ≥ 0.300 (m)

**項目 記号 単位 計算値 許容値 判定**

曲げモーメント	M	kN/m	-16.445		
軸力	N	kN	26.307		
せん断力	S	kN	69.088		
部材厚	b	mm	382.293		
引張鉄筋			D13@300		
引張鉄筋量	A <sub>s</sub>	mm <sup>2</sup>	422.000		
鉄筋かぶり	d'	mm	-60.000		
有効部材厚	e	mm	302.293		
偏心距離	e <sub>0</sub>	mm	649.824		
中立軸	x	mm	68.190		
中立軸比	k		0.22657		
応力軸比	j		0.92500		
曲げ圧縮応力	σ <sub>ca</sub>	N/mm <sup>2</sup>	2.047	9000	OK
鉄筋引張応力	σ <sub>sa</sub>	N/mm <sup>2</sup>	105.413	176000	OK
鉄筋圧縮応力	σ <sub>sc</sub>	N/mm <sup>2</sup>	0.000	176000	OK
せん断応力	τ	N/mm <sup>2</sup>	0.247	0.450	OK
付着応力	τ <sub>0</sub>	N/mm <sup>2</sup>	1.858	1.600	OUT

**水理特性曲線図**

馬蹄形(n=1.40) マニシング

水深比 (%) vs 満水時の流量100%比とときの比率 (%)

計算書印刷: 等流計算 (F2), トンネル断面サイズ算出 (F3), カスタマイズ (O), オプション (O)...

## お問合せ

ACCESS : <http://www.sipc.co.jp> mail@sipc.co.jp TEL : 06-6125-2232

株式会社 SIP システム

〒542-0081

大阪府大阪市中央区南船場 1-18-24-501 (大阪事務所)

TEL : 06-6125-2232 FAX : 06-6125-2233

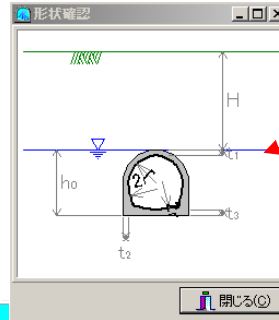
### ご案内

- ・本商品に関するご質問、資料請求、見積依頼等ございましたら、お電話、メール等に弊社「大阪事務所」までお問合わせ下さい (受付時間 平日 9:00~17:00)
- ・弊社ホームページより各商品概要のリーフレット、出力例、体験版プログラムのダウンロードが可能です。ご活用ください。

# システム概要

## 構造形式入力から印刷まで

形式	▼ 選択可能形状
円形断面	-
ほろ形断面	「3rほろ形断面」 「1円弧ほろ形断面」
馬蹄形断面	「2r馬蹄形断面」「3r馬蹄形断面」 「4r馬蹄形断面」



**断面寸法** 寸法図表示...

形状: 標準馬蹄形断面(4r形)

内径  $r = 1.100$  (m)

部材厚  $t_1 = 0.250$  (m)

部材厚  $t_2 = 0.250$  (m)

部材厚  $t_3 = 0.250$  (m)

地下水位  $h_0 = 2.700$  (m)

圧力水頭  $h_p =$  (m)

基本条件 部材条件と必要鉄筋量

### 形状設計条件入力

### 組合せ荷重の設定

### 組合せ荷重の設定

### 自動・配筋の設定

ケース名称

ケース名称を入力してください。

Case-1

OK キャンセル

自動車重を検討する  輪荷重を考慮する際にチェックマークを付けてください。  
荷重の規模を設定します。  
「任意」を選択時には、下記項目の入力が必須です。

項目	記号	単位	内容
後輪荷重	P1	kN	後輪荷重は一般に総重量の約40%が設定されています。 「任意」以外を選択時でさらに、土かぶりか一定値より深い場合には、一定の値を 活荷重として真版上面に一樣に裁荷させます。
衝撃係数	i		土被りによって変わりますが0が一般的です。
低減係数	$\beta$		荷重強度を算出する際に輪荷重に乗じる値です。 一般的には1.0又は3.0が用いられます。 「任意」以外を選択時には、条件によって自動的に判定します。

前輪の影響を考慮する  前輪の影響を考慮する際にチェックマークを付けてください。  
自動車重を検討する際にチェックマークがある場合のみ選択可能になります。  
荷重の規模で「任意」が選択されている場合には、下記項目の入力が必須です。

項目	記号	単位	内容
前輪荷重	P2	kN	前輪荷重は一般に総重量の約10%が設定されています。 「任意」以外を選択時でさらに、土かぶりか一定値より深い場合には、考慮しませ ん。
軸間距離	L	m	前輪と後輪との車軸間の距離を入力します。 「任意」以外を選択時には、自動的に値が設定されます。

**活荷重**

輪荷重

自動車重を検討する

T-25  T-14  T-10

任意  舗装道路

後輪荷重  $P_1 = 55.000$  (kN)

衝撃係数  $i = 0.100$

低減係数  $\beta = 1.000$

前輪の影響を考慮する

前輪荷重  $P_2 = 13.500$  (kN)

軸間距離  $L = 4.000$  (m)

群集荷重

荷重強度  $P_Q = 2.000$  (kN/m<sup>2</sup>)

荷重条件組合せ 標準設定に戻す

ケース番号	I	II	III	IV	V	VI
検討の有無	有効	有効	無効	無効	無効	無効
自重	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
鉛直荷重						
湿潤土	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
飽和土	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
外水圧	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
輪荷重	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
群集荷重	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
水平荷重						
湿潤土	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
飽和土	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
外水圧	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
輪荷重	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
群集荷重	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
充満水による静水圧	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
圧力水による静水圧	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**標準馬蹄形2R形**

**配筋設定**

自動計算

鉄筋ピッチ優先

鉄筋ピッチを固定する。(mm)

ピッチ(内側) 250

ピッチ(外側) 250

最小ピッチ

最大ピッチ

ピッチの変更量

鉄筋本数優先 (本)

最少本数

最多本数

最小鉄筋呼び径: D19

最大鉄筋呼び径: D22

必要周長を考慮する。

計算実行

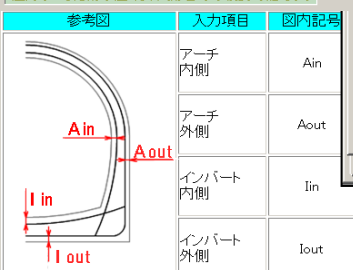
位置	内側鉄筋			外側鉄筋		
	必要As (mm <sup>2</sup> )	呼び径	ピッチ (mm)	必要As (mm <sup>2</sup> )	呼び径	ピッチ
1	331.7	D19	250.0	1,146.0	0.0	D19
2	0.0	D19	250.0	1,146.0	0.0	D19
3	0.0	D19	250.0	1,146.0	259.6	D19
4	0.0	D19	250.0	1,146.0	76.8	D19
5	0.0	D19	250.0	1,146.0	168.7	D19
6	0.0	D19	250.0	1,146.0	0.0	D19

最小鉄筋呼び径: D19

最大鉄筋呼び径: D22

必要周長を考慮

計算実行



参考図

入力項目	図内記号
アーチ内側	Ain
アーチ外側	Aout
インバート内側	lin
インバート外側	lout

「圧力水による静水圧」は、円形管のみ検討可能です。

**標準馬蹄形2R形**

位置	M (kN-m)	N (kN)	S (kN)
1	10.859	14.061	0
2	-1.584	35.424	-20
3	-13.087	58.066	2
4	-11.362	65.301	-2
5	-12.454		
6	-3.090		
7	25.131		

計算内容確認

項目	M (kN-m)	N (kN)	S (kN)
自重	2.794	-1.253	0.000
等分布垂直荷重	11.323	4.172	0.000
等分布水平荷重	-3.234	11.884	0.000
三角形水平荷重	-2.815	7.939	0.000
充満水による水圧	2.791	-8.680	0.000
圧力水による静水圧	0.000	0.000	0.000
合計	10.859	14.061	0.000

項目	記号	単位	計算値	許容値	判定
曲げモーメント	M	kN-m	-16.445		
軸力	N	kN	25.307		
せん断力	S	kN	69.088		
部材厚	b	mm	362.293		
有効鉄筋			D19@300		
引張鉄筋量	As	mm <sup>2</sup>	422.000		
鉄筋かぶり	d'	mm	-60.000		
有効部材厚	d	mm	302.293		
偏心距離	eo	mm	649.824		
中立軸	X	mm	68.190		
中立軸比	k		0.2357		
圧力軸比	j		0.92500		
曲げ圧縮応力	$\sigma_{ca}$	N/mm <sup>2</sup>	2.047	9.000	OK
鉄筋引張応力	$\sigma_{sa}$	N/mm <sup>2</sup>	165.413	176.000	OK
鉄筋圧縮応力	$\sigma_{sa}$	N/mm <sup>2</sup>	0.000	176.000	OK
せん断応力	$\tau$	N/mm <sup>2</sup>	0.243	0.450	OK
荷重能力	$\tau_{c0}$	N/mm <sup>2</sup>	1.858	1.600	OUT

無圧トンネル構造計算システム

プレビュー印刷

Word 変換出力

**計算結果と判定**

項目	記号	単位	計算値	許容値	判定
自重			2.794		
等分布垂直荷重			11.323		
等分布水平荷重			-3.234		
三角形水平荷重			-2.815		
充満水による水圧			2.791		
圧力水による静水圧			0.000		
合計			10.859		

## 補助計算機能 (単独)

### トンネル断面の等流計算

補助計算機能は、「データ保存機能」がありません。  
また、本体システムから補助計算の印刷はできません。  
よって、必要に応じて補助計算機能から印刷出力します。

**計算結果**  
Q=2500(m<sup>3</sup>)

水深(%)	水深(m)	勾配(%)	流量(m <sup>3</sup> )	濡辺(m)	断面積(m <sup>2</sup> )	径深(m)	流速(m/s)	水面幅(m)	水理水深(m)	フルード数
80.0	1.824	0.163	2500	5.334	3.730	0.699	0.670	1.824	2.045	0.150
82.0	1.870	0.156	2500	5.451	3.811	0.699	0.656	1.752	2.176	0.142
84.0	1.915	0.150	2500	5.572	3.889	0.698	0.643	1.672	2.327	0.135

**計算種類別**

流量算出     勾配算出  
 水深算出     限界水深算出

マニング     クッタ  
 フルード数の算出に水理水深を用いる。

粗度係数 n = 0.015

**水理特性曲線図**  
2号馬蹄形(r=1.140m) マニング

水深比(%) vs 満水時の値を100%としたときの比率(%)

### トンネル断面サイズの計算

- 1 最小施行断面のトンネル、不等流のトンネルでは標準よりも大きな余裕高を取ることが出来る。  
導水トンネルのように途中からの洪水流入が大きい場合で
  - 2 1) 流量に変動が大きい  
2) 急な湾曲等がなぐ流れに乱れが大きい  
3) 粗度係数の推定が正しく、悪化のおそれがない
- 上記条件では、 $d/D=0.9$ 程度をとることができる。

トンネルの形状: 3 r馬蹄形断面(0で1円弧)

計画最大流量 Q = 2500 (m<sup>3</sup>/s)

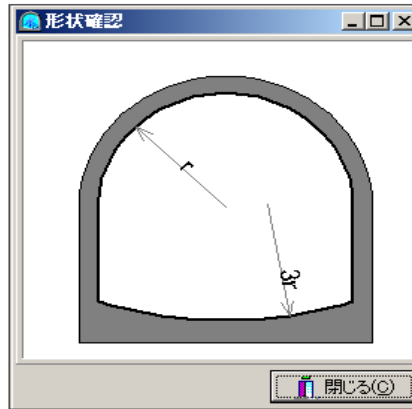
粗度係数 n = 0.015

水深・直径比 d/D = 0.830

水路勾配 I = 2800 1/n

必要余裕高 (D-d) ≥ 0.300 (m)

トンネル内径 r = 0.972 (m)



1 条件

項目	記号	値	単位	備考
計画最大流量	Q	2,500	m <sup>3</sup> /s	
粗度係数	n	0.015		
水深・直径比	d/D	0.830		ただし、勾配が100%
水路勾配	I	0.001	%	

2 断面の概算

等流断面の断面計算は、トンネルの断面を概算する。  
 \* 断面は、トンネル半径が1.0mであるから断面半径と径深をそれぞれ1.0mとする。

$r = Q \cdot n / (1.486 \cdot C \cdot d^{5/3})$   
 $r = 2.7375$   
 $d = 0.830$   
 $d = 2.7375 \times 0.830^{5/3} = 2.0010$   
 $r = 2.000 \times 0.015 / (1.486 / 0.001)^{3/5} = 2.0010 \times 0.2311$   
 $r = 0.462$  (m)

また、必要余裕高と水深・直径比から断面半径は、  
 $r = (D-d) / (2(1-d/D)) = 0.300 / (2(1-0.830))$   
 $r = 0.893$  (m)

したがって、 $r = 0.972$  (m)

項目	記号	単位	内容	
計画最大流量	Q	m <sup>3</sup> /s	トンネル内径を半径で入力してください。	
粗度係数	n		水路トンネル内の粗度係数を入力してください。	
水深・直径比	d/D		水路トンネル直径に対しての水深を比率で入力してください。基準書では、運用9-5にて下記のように記されています。	
			条件	水深・直径比
水路勾配	I	%, %, 1/n	設計流量に対して 洪水を流入させる場合	0.80~0.83
			水路勾配を入力してください。勾配の単位は、3種類の中から選択出来ます。	0.90~0.93
必要余裕高	(D-d)	m	安全性確保のため設計水面上に必要な余裕高を入力してください。基準書では、運用9-5にて下記のように記されています。	
			条件	水深・直径比
			設計流量に対して 洪水を流入させる場合	0.30
				-

- ① 設計条件入力/計算実行
- ② トンネル断面サイズ (内径 r) を算出して表示
- ③ 計算書出力 (Word 変換)

## システム環境

CONTACT (TEL) : 06-6125-2232

(FAX) : 06-6125-2233

- 基本OS : Windows 7&8 (32bit&64bit)、Windows10 (64bit)
- ハード環境 : PentiumIV2.0GHz 以上/画面解像度 1024×768 以上を推奨/HD 容量 500MB 以上
- ドライブ環境 : DVD-ROM ドライブ必須/USB ポート必須 (プロテクト HASP 用)