

申請日期：91-10-7

案號：91123098

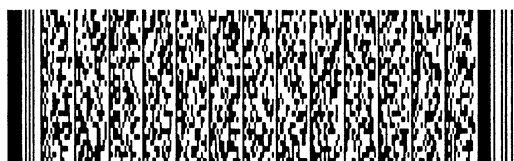
類別：E21F 3/60

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

536577

一、 發明名稱	中 文	證明燃燒負荷下支承系統支承安全性之方法
	英 文	A METHOD FOR PROVING THE SAFTY AGAINST COLLAPSE OF LOAD-BEARING SYSTEMS UNDER FIRE LOAD
二、 發明人	姓 名 (中文)	1. 約翰尼斯·萬格納德
	姓 名 (英文)	1. Johannes WAGENEDER
	國 籍	1. 奧地利
	住、居所	1. 奧地利維也納市斯拉丁巷6a/8號
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	1. 約翰尼斯·萬格納德
	姓 名 (名稱) (英文)	1. Johannes WAGENEDER
	國 籍	1. 奧地利
	住、居所 (事務所)	1. 奧地利維也納市斯拉丁巷6a/8號
	代表人 姓 名 (中文)	1.
	代表人 姓 名 (英文)	1.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

歐洲專利機構 EP

2001/10/18 1124843.2

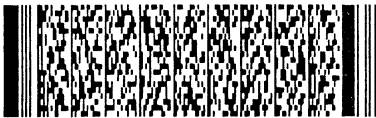
無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

承受靜態負荷之建物在設計時通常需使建物至少可在一段時間內承受住負面的環境影響，如出現火災時的高溫度負荷。

為達此目的隧道結構表面於是被覆蓋隔熱墊，以在火災時延遲隧道襯砌的增溫。

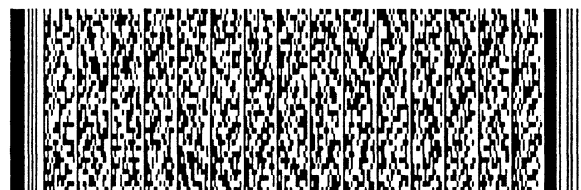
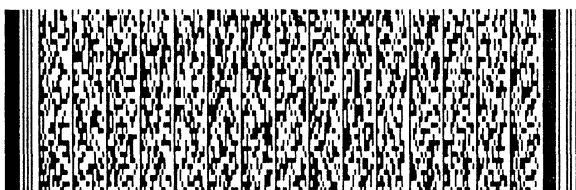
近年來由隧道火災損傷因素發現，未鎧裝混凝土結構以及鋼筋混凝土支承物對燃燒作用都有一定的支承儲備。但迄今仍未出現以證明山脈壓力等負荷之原理證明此種支承儲備的適當計算方法。

由於國家機構在核准時提出出示此種證書的要求日增，故本發明之目的在於提供一種計算方法，其不使用複雜的數值方法而可提供一安全分析用以證明承受靜態負荷之混凝土建物在燃燒時及燃燒後的支承安全性。

為此需收集可靠資料，以得知在燃燒負荷時混凝土建物崩塌前可維持多久穩定。該資料甚為重要，因可知道火災發生後有多少時間可疏散人員，或滅火人員何時起不可再進入。

所有靜態負荷的建物都有此問題。但此處係特別針對隧道中的混凝土。此種支承安全性證明對城市中的隧道設施特別重要，該處隧道襯砌的破裂會延伸至有建物的表面。如隧道拱頂與地表距離只有數公尺時，例如7至15公尺，會更加明顯。

燃燒負荷及其對支承結構的影響分析需分成三大重要部分：



五、發明說明 (2)

- 定義燃燒負荷
- 計算組件內部溫度梯度
- 證明建物支承安全性

定義燃燒負荷可使用預先定義的燃燒程序或各個案所計算出的燃燒負荷曲線，此處並考量交通的種類及運輸的貨物。燃燒負荷曲線決定時間溫度曲線。

以定義的燃燒負荷可由微分方程式的解求出組件內部的時間溫度梯度。此處可以計算程式解決此導熱問題。

隧道襯砌標準負荷，如自身重量、水負荷、土壤壓力及使用負荷，的計算通常在開始設計時即已進行。這些計算大多藉助線性柱靜力(架構分析的線性理論)。溫度負荷之證明同樣使用該系統。

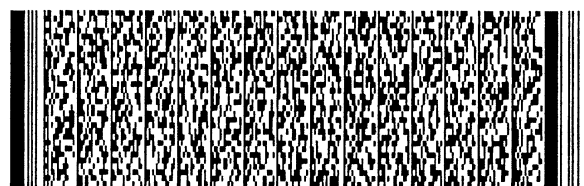
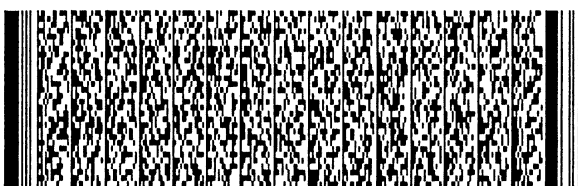
首先設定組件，如鋼筋混凝土隧道的材料性質值。並且求出混凝土以及鋼筋的燃燒特性及燃燒後的殘餘強度。此處之先決條件為內部鎧裝處被適當保護。如內部鎧裝處無過熱保護，則無殘餘強度，故亦無支承能力。鎧裝保護只可以適當大小的覆蓋物達成。此處藉表皮鎧裝或加入聚丙烯纖維對防止覆蓋板剝裂甚為重要。

視時間 t 的斷面溫度 T 而定，斷面每一位置具不同的材料性質。故斷面每一點的彈性模數為

$$E_m = f(T(f(t)))$$

其中彈性模數為溫度的函數，該溫度函數又是一時間的函數。混凝土及鋼強度亦適用之

$$\sigma_m = f(T(f(t)))。$$



五、發明說明 (3)

此斷面上不同的材料性質於是以斷面高度整合，而得到該時間之溫度負荷下的斷面整體特性。

藉助一電腦程式，可整合預先定義之極限延伸狀態下的各斷面性質及計算各可能支承負荷。於是可由邊緣延性變化所構成的包絡線得到支承負荷曲線。

一如鋼筋混凝土支承負荷曲線，各斷面的支承能力受極限延伸的定義左右，其中尤以容許混凝土壓力的提高為主。極限延性的定義尤其對溫度負荷斷面有影響。

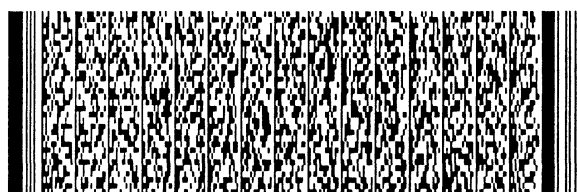
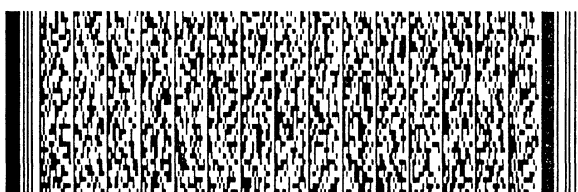
溫度負荷通常會導致斷面支承能力下降，同時並導致斷面的支承不對稱，因幾何對稱之斷面的材料性質已不再對稱。可預期的是，提高最大容許混凝土壓力會使得斷面支承能力亦明顯升高。其原因在於，雖然邊緣不會產生較高的有效混凝土應力，但當混凝土壓力較高時，於斷面較為冷卻的內部可有較大的負荷儲備。

如斷面的支承負荷，斷面的剛性亦隨溫度負荷的增加而降低，其一方面係因彈性模數下降，另一方面則係由於溫度過載所造成的斷面高度縮減所致，因斷面所有部分在溫度負荷高於 700°C 時皆會剝落。

如同支承負荷的決定，可在斷面每一位置使用彈性模數的定義而求出其在整個斷面剛性中所佔部分。

如已述，本發明方法使用線性柱靜力學(有限元素法)。為確保之，必須轉換斷面的溫度負荷。

在線性柱靜力學中只容許線性的溫度梯度曲線。但可預期的，真正溫度梯度曲線強烈偏離線性。邊緣區段通常



五、發明說明 (4)

具高溫度負荷，斷面較內部分及斷面不朝向燃燒的部分則幾乎或完全無溫度負荷。

同樣地只有溫度負荷高的區段降低材料性質才有意義，斷面其餘部分仍適用原來的材料性質。

如同支承負荷的決定，每一溫度負荷可定義出一內應力狀態，每一位置的內應力狀態由個別存在的溫度及出現的延性決定。且可定義出每一點材料性質與溫度的關係，故可由溫度梯度計算出總負荷。

內力可再換算成相當的外溫度負荷，該外溫度負荷正可產生此內力。

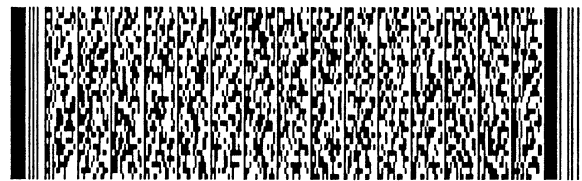
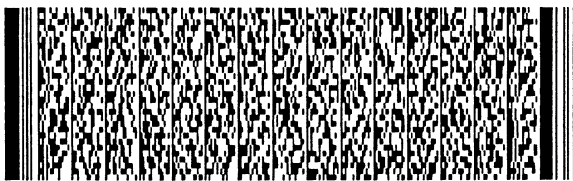
於是可以此相當的溫度負荷藉助線性柱靜力學而求出切削變量，該結果可從彎曲力矩與正壓力所得被與支承負荷曲線所界定。

所提出計算步驟於是創造出提出支承負荷證明的所有先決條件。相當的溫度負荷被計入本來的負荷中，並藉助線性柱靜力求出切削變量。切削變量的交互作用被與各斷面支承負荷曲線界定，於是可得到支承安全證明。

如欲證明系統在燃燒後仍須以一規定的安全性維持穩定，直到採取適當的整頓措施之後，則燃燒後亦需提出一支承安全性證明。

該證明與分析混凝土及鋼筋因燃燒負荷導致的材料性質降低有關。在設定需要的鎧裝時，不需以燃燒負荷但需以改變之剛性求出切削變量。

以下將依據一實施例及附圖詳細說明本發明。



五、發明說明 (5)

以下為一般彈性基底隧道斷面之斷面測量：

襯砌斷面=40 cm

內外鎧裝=5 cm²/m

混凝土等級B300

鋼等級 ST 55

基底模數 100,000 Kn/m²

內徑約 6m

疊加=10m 鬆底面

水平面 GOK 下2 m

外混凝土蓋板=5 cm

內混凝土蓋板=10 cm

內保護鎧裝，d=3 cm（用於限制溫度影響時的剝裂）。

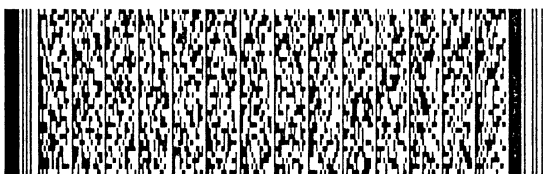
燃燒負荷持續地分佈在隧道斷面上。隨燃燒時間增加，溫度負荷增加地穿透截面。

圖1顯示一組件，如隧道壁，內部的時間溫度曲線。水平軸為與暴露表面的距離，單位為公分。垂直軸為攝氏溫度，各溫度曲線分別為開始暴露後3分鐘、6分鐘、9分鐘、30分鐘、60分鐘、120分鐘及180分鐘的溫度曲線。

由自身重量、土壤壓力及水等負荷可得到內力，其中最低鎧裝的設置為必要的。圖2顯示時間t=0，亦即燃燒負荷開始前時隧道輪廓的內力曲線。

圖3顯示燃燒開始後180分鐘的內力，此處由溫度負荷而來的內力被疊加。

以不同的時間t計算後顯示，系統中正壓力可持續增



五、發明說明 (6)

加，但該正壓力隨燃燒時間增加而扁平而且受基底的剛性左右。

相反地，斷面的力矩負荷首先急遽上升，但在一最大值後再度強烈下降。其係由於燃燒開始時溫度梯度產生的內部負荷極不正常，在一段燃燒時間後雖然溫度負荷繼續增加，但已較為正常。

負荷能力的安全分析可由相關負荷曲線而得。在所舉實例中顯示，斷面在180分鐘的燃燒負荷後支承安全性仍 >1 。

圖4顯示一圖表，其中水平軸為正壓力，單位為Kn，垂直軸為彎曲力矩，單位為kNm。

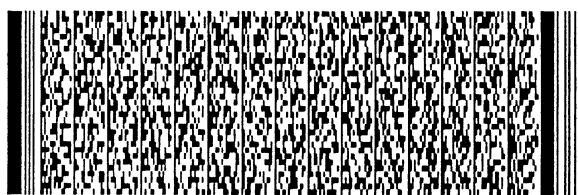
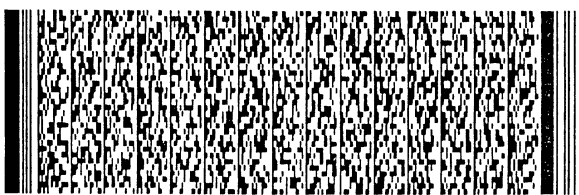
故可證明斷面即使不採取任何措施，在燃燒時具有支承安全性 >1 之斷面的穩定度係可被確保。

此處尚須注意的是，溫度負荷高於 700°C 的斷面部分在計算時被排除，此對應於被定義的材料性質。

本發明計算模型未使用複雜的數值列式，而以基本強度原理及鋼筋混凝土結構為基礎藉助線性柱靜力學而獲得支承系統在燃燒負荷下的支承安全性證明。

圖5流程圖顯示本發明模型的計算程序。步驟1定義燃燒負荷，步驟2計算斷面溫度負荷，步驟3計算時間步驟 t_i 。然後在步驟4計算所有時間步驟，以便在步驟5決定燃燒後狀態。如此可在步驟6導出設計要求。

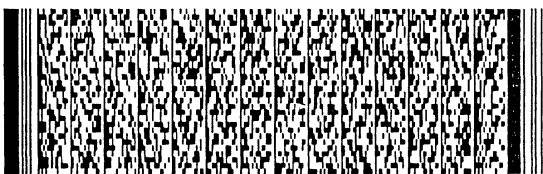
步驟3可被視作子程序，首先在一循環的步驟31測定系統剛性，在步驟32測定溫度及等效負荷，然後在步驟33計



五、發明說明 (7)

算柱拉伸，在步驟34測量組件，在步驟35詢問是否可許可
支承能力，如是，程序回復，如否，回到步驟31。

本計算模型可輕鬆地加入規劃時大多缺少的承載負荷計
算步驟，並研究隔熱裝置及其他設施的影響。故可捨棄純
經驗式的方法安排。隔熱墊及隔熱塗料或保護混凝土的設
置成為替代設施，其只為達到運用鎧裝鋼筋混凝土支承物
之原理。



圖式簡單說明

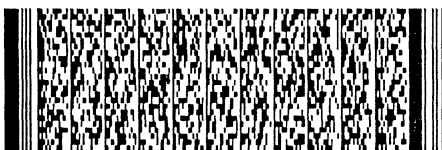
圖1 係一組件斷面的時間溫度曲線圖。

圖2 係燃燒開始時一隧道斷面的內力曲線圖。

圖3 係根據圖2 燃燒開始後180分鐘之示意圖。

圖4 係彎曲力矩與正壓力之圖。

圖5 係本發明方法之流程圖。

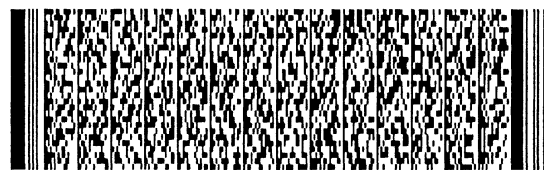
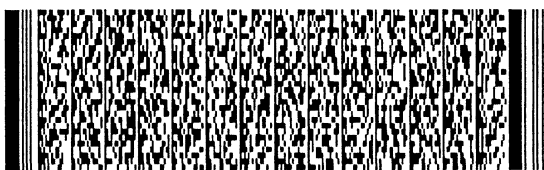


四、中文發明摘要 (發明之名稱：證明燃燒負荷下支承系統支承安全性之方法)

本發明係有關一種證明燃燒負荷下支承系統支承安全性之方法，其藉助線性柱靜力學所得資料而計算燃燒時材料性質的改變及燃燒後的剩餘強度，該資料在建構組件在構築時即已獲得，且與作為標準負荷情形的元件設計有關，該標準負荷情形為本身重量、水負荷、土壤壓力及使用負荷。

英文發明摘要 (發明之名稱：A METHOD FOR PROVING THE SAFETY AGAINST COLLAPSE OF LOAD-BEARING SYSTEMS UNDER FIRE LOAD)

The present invention relates to a method for proving the safety against collapse of load-bearing systems under fire load by calculating the changes of the material properties during the fire and the residual strength after the fire on the basis of data obtained by means of bar statics which were already obtained from the construction of the building component and which relate to the design of the building component for standard load cases such as dead load, loading in consequence of



四、中文發明摘要 (發明之名稱：證明燃燒負荷下支承系統支承安全性之方法)

英文發明摘要 (發明之名稱：A METHOD FOR PROVING THE SAFTY AGAINST COLLAPSE OF
LOAD-BEARING SYSTEMS UNDER FIRE LOAD)

groundwater and of earth pressure, and living load.



六、申請專利範圍

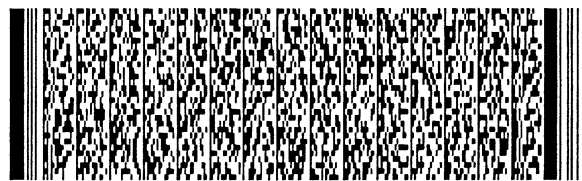
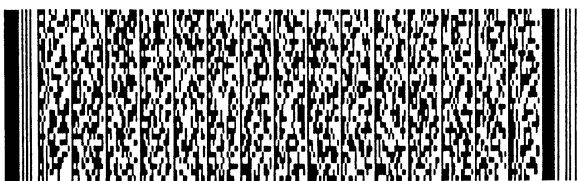
1. 一種證明燃燒負荷下支承系統支承安全性之方法，其藉助線性柱靜力學所得資料而計算燃燒時材料性質的改變及燃燒後的剩餘強度，該資料在建構組件在構築時即已獲得，且與作為標準負荷情形的元件設計有關，該標準負荷情形為本身重量、水負荷、土壤壓力及使用負荷，其特徵為，計算組件溫度作用的初值如下求得：

- 定義燃燒負荷
 - 設定一任意時間 t ，計算該時間 t 時整個斷面的溫度負荷
 - 設定溫度影響及燃燒作用下的材料性質，
- 以這些設定資料考量每一位置的斷面之不同的非線性材料性質由各時間步驟及組件各斷面高度在設定的極限延性狀態下求出
- 該時間之斷面支承負荷曲線，其係藉支承負荷曲線得到彎曲力矩與正壓力交互作用而求出斷面支承能力
 - 由溫度負荷得到的內力換算成相當的外溫度負荷，
 - 測定斷面之系統剛性，即彎曲強度及彈性係數

使用柱拉伸計算得到的內力考量改變的剛性及溫度等效負荷而與支承負荷曲線界定。

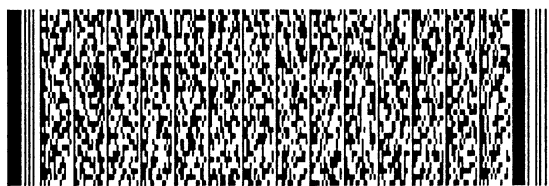
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中支承系統支承安全性證明為負面時，改變設定的材料性質重複申請專利範圍第1項之方法，直到達到理想的支承安全性為止。

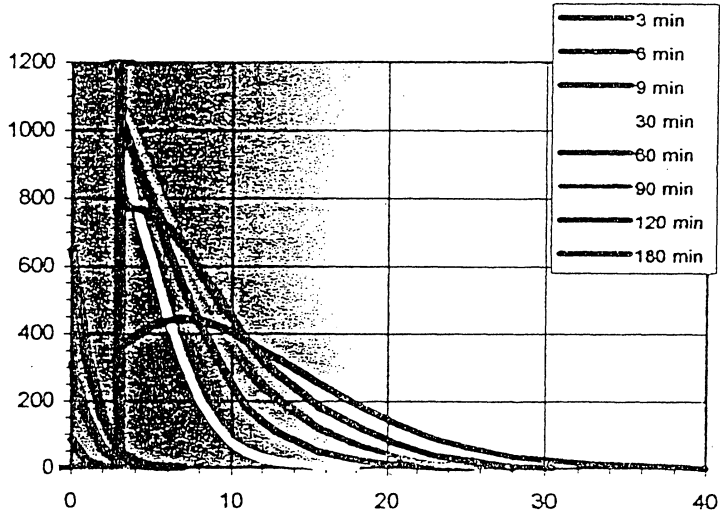
3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中可藉提高鎧裝及/或提高混凝土含量及/或計算中加入塑膠鏈而改變材料性質。



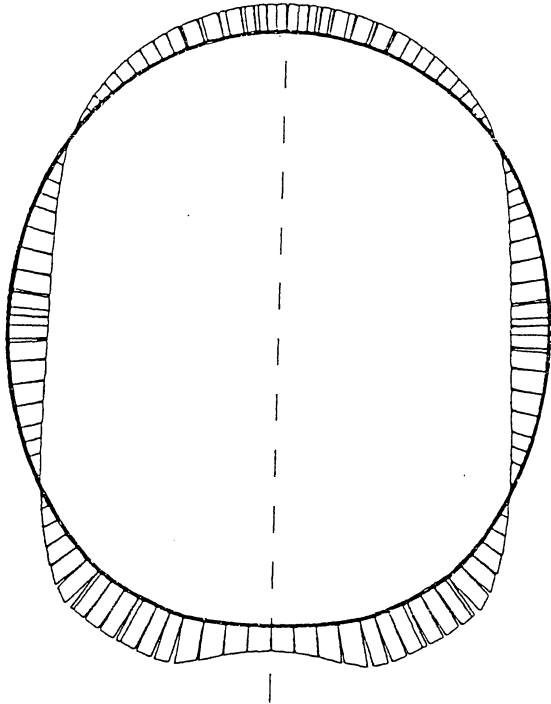
六、申請專利範圍

4. 一種根據申請專利範圍第1項之應用，其特徵為，欲構築一靜態負荷建物時，在製作設計圖後使用柱靜力學所得資料求出該建物在火災發生時的支承安全性，該資料在建構組件在構築時即已獲得，且與作為標準負荷情形的元件設計有關，該標準負荷情形為本身重量、水負荷、土壤壓力及使用負荷的設計資料，必要時可修改設計，以使燃燒負荷時可達到支承安全性或燃燒後可達到需要的殘餘強度。

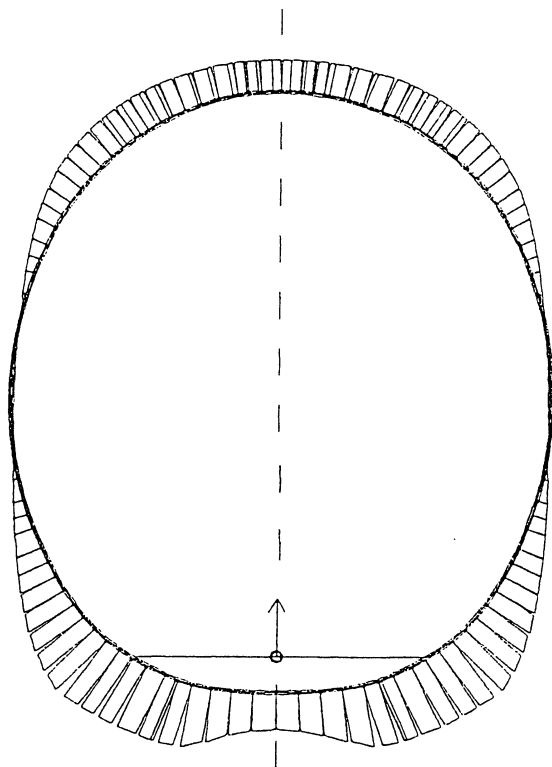




 1



 2



3

4

