

Le comportement des chevilles en acier et des ancrages doit aussi être contrôlé en situation d'incendie. La résistance à la traction diminue à haute température. Le calcul des ancrages doit être fondé sur les températures maximales auxquelles l'ancrage doit continuer à se comporter correctement.

Une distinction doit être établie entre les équipements majeurs, qui doivent continuer à fonctionner en cas d'urgence, et les équipements dont le fonctionnement n'est pas indispensable pendant ou après une catastrophe importante.

Dans tous les cas, comme indiqué au chapitre I (§ 1.5), l'exigence minimale est que les gros équipements ne doivent pas tomber lors de l'évacuation des usagers ou lorsque le personnel de secours est encore dans le tunnel. Cela signifie qu'aucun équipement lourd ne doit tomber en dessous de températures de 400 - 450 °C durant le temps requis pour la lutte contre l'incendie (dans un tunnel, de telles températures produisent un niveau de rayonnement de 5 kW/m², ce qui est le maximum tolérable pour les pompiers).

Usage de l'aluminium

Comme l'aluminium perd sa résistance à une température d'environ 550 °C, il est recommandé d'envisager son utilisation avec prudence. Les matériaux de remplacement sont l'acier ou l'acier inoxydable.

VII.5 Résistance au feu des équipements

VII.5.1 Généralités

En plus du fait que l'attention doive porter sur les qualités de support de la structure, la résistance à l'incendie d'autres éléments doit être prise en compte. Ce sont les portes de secours, les niches de sécurité et les équipements situés entre deux tubes de circulation, ou entre le tunnel et un itinéraire d'évacuation, ou situés sur les parois ou au plafond. Ces équipements doivent être suffisamment résistants au feu. Dans le cas contraire, l'incendie peut se propager à l'autre tube ou à l'itinéraire d'évacuation, ou provoquer la défaillance de l'équipement.

VII.5.2 Portes résistant au feu

Les portes de secours entre le tube de circulation et l'itinéraire ou la galerie d'évacuation, ou un abri, ou un autre tube de circulation, doivent résister au feu.

Les services de secours peuvent utiliser les itinéraires d'évacuation à la fois pour les opérations de lutte contre l'incendie et pour porter secours aux usagers. Il est donc très important d'empêcher l'incendie et la fumée de se propager dans ces itinéraires. La porte de secours et son environnement immédiat, y compris le cadre de la porte, doivent résister au moins à 30 mn d'exposition à la courbe température-temps. Une porte située entre deux tubes de circulation doit résister plus longtemps : 1 à 2 heures. La porte d'un abri doit tenir encore plus longtemps, entre 2 et 4 heures.

Deux types de portes sont utilisés, coulissantes ou battantes.

Also steel plugs and anchors should be checked for their behaviour during a fire situation. The tensile stress reduces at high temperatures. The calculation of these anchors should be based on the maximum temperatures at which the anchoring should be still properly working.

A distinction must be made between major equipment, which should remain in function during an emergency situation, and equipment whose functions may not be needed during or after a major disaster.

In all cases, as stated in section I (§ I.5), the minimum requirement is that heavy equipment should not fall down when evacuating users or rescue personnel are in the tunnel. This means that no heavy item must fall under exposure to temperatures of 400 - 450 °C during the time necessary to fight fire (in a tunnel, such temperatures can produce a radiation level of about 5 kW/m², which is the maximum tolerable value for firemen).

Use of aluminium

As aluminium loses its strength at a temperature of approximately 550°C, it is recommended to carefully consider the use of aluminium materials in a tunnel critically. Alternative materials are steel or stainless steel.

VII.5 Fire resistance of equipment

VII.5.1 General

Besides the fact that attention must be paid to the supporting qualities of the structure, other items must also be considered in relation to their fire resistance. These items are the emergency doors, emergency recesses and other equipment located between two traffic tubes, or between the tunnel and an escape route, or placed on the tunnel walls or ceiling. These items should be sufficiently fire-resistant. If this is not the case, the fire may spread into the other tube or into the escape route, or the equipment fail.

VII.5.2 Fireproof doors

The emergency doors between the traffic tube and an escape corridor or gallery, or a shelter, or another tunnel tube, should be fireproof.

The emergency services may use escape routes for their attack as well as rescue. It is very important that fire and smoke be prevented from spreading into them. The whole emergency door and surrounding construction, including the door frame, should resist fire for at least a 30 minute-exposure to the fire temperature-time curve. For a door between two traffic tubes, a much longer resistance is required, for instance 1 - 2 hours. The door to a shelter requires a still longer fire resistance, for instance 2 - 4 hours.

Two types of doors can be used, the slide-type and the swing-type.

L'un des inconvénients d'une porte battante est sa sensibilité à la surpression à l'intérieur de l'itinéraire d'évacuation. Si la pression est trop forte, la porte est dure à ouvrir, ou bien peut présenter un risque pour la personne qui cherche à l'ouvrir. Ce type de porte gênera toujours partiellement le passage.

La porte coulissante présente moins d'inconvénients : elle est plus facile à ouvrir en cas de surpression et ne provoque pas de blocage de l'itinéraire d'évacuation. Ce type de portes a été testé aux Pays-Bas en conditions combinées de résistance au feu et de surpression ; il en résulte que ces portes sont appropriées et sont moins sensibles à la surpression. Elles sont, entre autres, utilisées au Japon et aux Pays-Bas dans certains tunnels et sont recommandées dans les nouveaux tunnels.

Après ouverture, les portes doivent se refermer automatiquement afin d'empêcher l'air pollué de pénétrer à l'intérieur de l'itinéraire d'évacuation.

VII.5.3 Niches de sécurité

En cas d'incendie, la situation autour d'une niche de sécurité dépend essentiellement de son emplacement.

Aux Pays-Bas, un habitacle de secours, abritant une bouche d'incendie, un extincteur et un bouton-poussoir d'alarme, est installé dans la paroi en béton entre le tube de circulation et l'itinéraire d'évacuation. La façade de cet habitacle est fermée par une porte en verre, ce qui permet au public de bien le reconnaître et d'utiliser les extincteurs. Le type de verre utilisé pour cette porte doit être également étudié vis-à-vis du feu et de la sécurité. On peut penser que dans le cas où un tel habitacle est proche de l'incendie, il ne sera pas utilisé et qu'il n'est donc pas utile que le verre résiste au feu.

Le mur séparant l'habitable de l'itinéraire d'évacuation doit bien évidemment résister au feu ; derrière l'habitable, le revêtement doit également être ignifugé. Il faut couper la route à l'incendie.

Dans d'autres pays, lorsque les niches de sécurité ne sont pas utilisées comme passage vers un itinéraire d'évacuation, aucune exigence en matière de résistance au feu n'est imposée puisque la niche ne sera pas utilisée si elle est proche de l'incendie.

VII.5.4 Utilisation des équipements d'extinction des incendies

La première priorité des pompiers est de sauver les personnes. Leur préoccupation suivante est de préserver les ouvrages. Dans un environnement normal, en surface, cela est bien sûr plus facile que dans une zone souterraine comme un tunnel.

En particulier, la manipulation de jets d'eau est très importante. Afin d'empêcher l'écaillage du béton, les parois et le plafond ne doivent pas recevoir de projections intenses en provenance d'un canon à eau ou un jet, ce qui provoquerait un refroidissement trop rapide. L'effet sur les matériaux rocheux est que des fragments de pierre sont projetés et peuvent blesser les personnes se trouvant à cet endroit. Si la structure est construite en béton armé, il peut se produire de l'écaillage. Cela signifie que de grands morceaux de la structure peuvent être détruits, engendrant ainsi un risque de rupture.

A disadvantage of the swing door is its sensitivity to the level of the overpressure inside the escape corridor. If this pressure is too high the door is difficult to open, or can be dangerous towards the person who tries to open the door. This type of door will always block a part of the passage.

The slide door has less disadvantages, is easier to open in relation to the overpressure and causes no blockage of the escape route. These slide doors have been tested in the Netherlands for the combined conditions of fire resistance and overpressure, and were found to be suitable and less sensitive to the overpressure. Among others slide doors have been used in Japan and the Netherlands in some tunnels and are recommended in the new ones.

After opening, the doors must close automatically, in order to prevent polluted air from entering into the escape corridor.

VII.5.3 Emergency recesses

The situation around an emergency recess depends strongly on its specific situation.

In the Netherlands an emergency cabinet, housing a fire hydrant, fire extinguisher and alarm push button is positioned in the concrete wall between the traffic tube and an escape corridor. The front of this cabinet is fitted with a glass door to make it easier for the public to recognise and use the fire extinguishers. The type of glass should be considered in relation to the fire resistance and safety. It can be assumed that in case a cabinet is close to the fire it will not be used, hence there is no need to use fire-resistant glass.

As its wall separates the cabinet from the escape corridor, the fireproof requirement of the wall between the tunnel tube and the escape corridor has to be fulfilled with an additional fireproof lining behind the emergency cabinet. A fire cross-over must be prevented.

In other countries, when the emergency recesses are not used as a passage to an escape route, there is no fire resistance requirement for the same reason as above: the cabinet will not be used if it is close to the fire.

VII.5.4 Use of the fire extinguishing equipment

The fire brigade's first consideration is to rescue people. Their secondary interest is to preserve structures. In a normal ground level environment, this is somewhat easier than in an enclosed underground area such as a tunnel.

In particular, the manipulation of jets of water is very important. To prevent spalling of concrete, the walls and ceiling should not be reached by a jet of water from a water-cannon or nozzle which would cool them down too quickly. The effect on stony materials is that bits of the stone fly off and this can cause injury to people in the area. If the structure is made of reinforced concrete, then spalling occurs. This means that large pieces of the supporting structure can be destroyed as a result of what a risk of collapse can even arise.