

## 笹子トンネル天井板崩落事故 における法的責任

弁護士法人匠総合法律事務所  
弁護士・技術士(建設部門) 江副 哲

弁護士法人匠総合法律事務所 大阪事務所  
大阪市中央区北久宝寺町3-1-6  
船場ミッドキューブ607号  
電話 06-6180-6001  
FAX 06-6282-6339  
E-mail ezoe@takumilaw.com

0

## 事故の概要

### ○事故の発生現場

山梨県甲州市と大月市にまたがる中央自動車道上り線の笹子トンネル(全長4784m)。

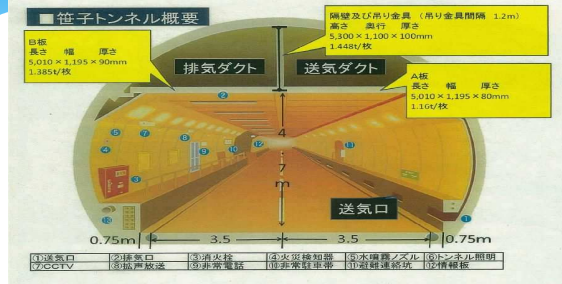
### ○事故の状況

2012年12月2日午前8時3分頃、トンネル換気ダクト用に設けられたプレキャストコンクリート(PCa)の天井板が、東京側から1.7kmほどの地点で50~60mにわたって崩落。

トンネル内で走行中の自動車が崩落に巻き込まれて火災が発生し、5名が死亡。

1

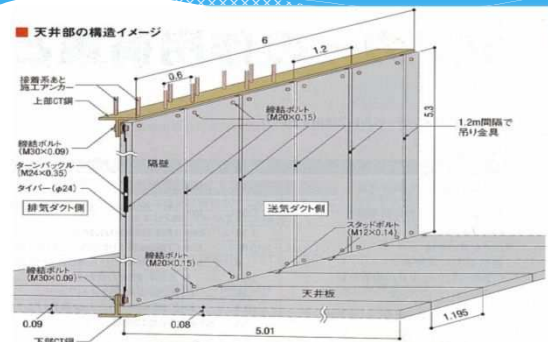
## 笹子トンネルの概要



笹子トンネルの断面図(資料:中日本高速道路会社)

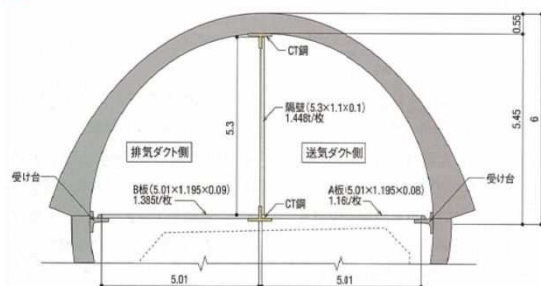
2

### ■ 天井部の構造イメージ



3

### ■ 天井部の断面図



4

## 考えられる事故の原因(1)

※ 事故調査委員会が185本のボルトで引き抜き抵抗力試験を実施。

○引き抜けたボルト107本を詳しく調べた結果、接着剤が付着していたと想定される区間の長さ(接着剤付着推定長)の平均値が92.2mmと、当初設計の定着長130mmより短かった。

○接着剤の種類が不飽和ポリエステル樹脂であることを確認し、同樹脂に水と化学反応を起こす加水分解が生じていること、加水分解が進行しているほど付着強度が低くなる可能性があることが判明。

5

### 考えられる事故の原因(2)

試験の結果、引き抜き抵抗力が低下していたアンカーボルトは6割以上に上り、そのうち安全率1にも満たさないボルトは1割であった。

引き抜き抵抗力 ランク	箇所数	箇所数 割合		合計 (183箇所*)
		当初試験 (37箇所) (12箇所*)	追加試験 (44箇所)	
A 40kN以上 【安全率 <sup>1)</sup> 3.3以上~】 アンカーボルト本体の破断位置に近く、 試験荷重の上端と定めた處	59 箇所	11 箇所	70 箇所	
	42 %	25 %	38 %	
B 12.2kN以上~40kN未満 【安全率1.9以上~3.3未満】	72 箇所	25 箇所	97 箇所	
	52 %	57 %	53 %	
C 12.2kN未満 【安全率1.0未満】	8 箇所	8 箇所	16 箇所	
	6 %	18 %	9 %	

(資料:国土交通省「トンネル天井板の落下事故に関する調査・検討委員会」)

6

### 考えられる事故の原因(3)

○アンカーボルト本体の引っ張り破断試験の結果では、いずれも降伏応力が約400N/mm<sup>2</sup>と設計値の245N/mm<sup>2</sup>を大きく上回っていた。

○覆工コンクリートのコア採取による圧縮強度は、一部を除いて設計基準強度である20N/mm<sup>2</sup>を大きく上回っていた。



接着系アンカーボルトの付着強度低下が事故の要因!?

7

### 点検状況:事故までの流れ(1)

2000年以降、覆工コンクリートと天井板をつなぐアンカーボルトに対して、簡易足場を使った近接目視の点検なし→中日本高速がほかの重要事項を優先。

2000年に天井板上を点検  
→2008年に天井板上の近接目視の点検予定

07~08年度に、コンクリート片や橋梁視線誘導標、タイルなどの落下事故が全国で頻発。  
→08年度は老朽化で利用者に危害を与える恐れのある箇所を緊急調査。

8

### 点検状況:事故までの流れ(2)

笹子トンネル:内装タイルのみ対象、天井板の点検は翌年度実施に変更。

09年度には天井板の撤去や換気方式の見直しを含む「笹子トンネルリフレッシュ計画検討業務」の検討をスタート。天井板の点検をさらに先延ばしに。

天井板を撤去すれば、約1年間の対面通行を余儀なくされるという検討結果から、2011年には「天井板は撤去しない」という結論に。

9

### 点検状況:事故までの流れ(3)

ようやく12年に天井板上を点検することになったが、ここでも点検計画を変更。  
道路構造物の付属物落下で利用者の被害が頻発していたことから、12年7月に利用者の被害が想定される道路空間を最優先した点検計画に見直し。

天井板では、コンクリート剥離の点検が最優先事項。  
天井板上→当初の点検計画:「簡易足場を使って触手または近接目視による点検を実施する」  
→変更後:「徒歩にて目視または打診による点検を実施する」

10

### 点検状況:事故までの流れ(4)

利用者の被害が想定される箇所の安全確認のために、点検の優先度を変更した結果、天井板の命綱となるアンカーボルトの点検をより簡易に済ませてしまった。

会計検査院の検査(改善要求)あり

増し打ちした(危険性の認識あり)

予測を超えた劣化が生じていた?

11

### 技術基準：建築設備以外はつりさげ制限なし

管子トンネルだけ不具合数が突出している  
→管子トンネルに特有の事情があったのでは？

#### 【あと施工アンカー】

**金属系**：アンカーの末端部を拡張させて孔壁に食い込ませ、側圧や支圧によって抵抗する。  
埋め込み長が短く施工性に優れているが、引張耐力は接着系より小さい。

**接着系**：有機系や無機系の接着剤でアンカーボルトを孔壁に固着させる。引張耐力が大きいものの、コストが掛かる。  
※管子トンネルではこちらを使用

12

### (問題点)引張荷重が直接掛かるような懸垂物に、接着系アンカーを使用しても良いのか。

あと施工アンカーの設計についての各技術資料(日本建築学会発行「各種合成構造設計指針・同解説」、日本建築あと施工アンカー協会発行の技術資料)には、あと施工アンカーの施工部位を制限するような記述はなかった。

空気調和・衛生工学会の「建築設備用あと施工アンカー」の規格  
→天井の吊り下げ用として接着系アンカーを使用することを原則禁止。  
→上向きでの接着系あと施工アンカーは施工者の技能に左右されやすい。

13

長期の引張耐力が低下してしまう接着系アンカー特有のクリープ現象を解明しない限り天井部などでの上向きの使用は危険が伴うという認識を持つべき。

#### ■ 建築業界におけるあと施工アンカーの使用制限

- ・非構造部材の接合 → ○ 建築基準法で認められている
- ・耐震補強時の使用 → △ 短期許容応力度の範囲内での使用が認められている
- ・主要構造部材の接合 → × 長期許容応力度は定められていないので、使用できない

(資料：国土交通省の「あと施工アンカーの長期許容応力度に関する検討調査」)

土木業界における接着系アンカーの使用法や施工体制について見直すきっかけに。

14

### 設計者、管理者等の法的責任(1)

#### ○刑事責任

トンネルを管理する中日本高速道路会社、及び道路保全業務を請け負う子会社の中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京の幹部らを対象に、業務上過失致死傷罪で捜査。

#### ○民事責任

被害者の遺族らが、中日本高速道路会社と中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京に対して、約9億円の損害賠償を請求する訴え提起。

15

### 設計者、管理者等の法的責任(2)

- 天井板をボルトで留める設計のトンネルを完成させた国の責任は？
- 設計者の責任は？
- 当時の設計技術では、天井板の構造選定に「過失」があったとまではいえないのではないか。

★問題はその後**の維持管理**において、**必要に応じた措置を執らな**かったこと！

16

### 設計思想を踏まえた維持管理を(1)

#### ①「落下」への危機意識を高める

土木業界：非構造部材の天井板の落下

→これまでそれほど注意が払われていなかった。

※建築業界では、非構造部材である天井の崩落事故は頻繁に発生している。

★地震時の落下対策のみではなく、平常時の天井落下も考慮し対応しなければならない。

常時、重力が掛かる吊り構造は、構造躯体と一体で設計することや、吊り構造物の安全を十分にみて耐用年数を決め、事故が発生する前に交換。

17

## 設計思想を踏まえた維持管理を(2)

②落ちて被害を出さない設計を  
損傷は許容するが、フェールセーフ機能を設ける。  
ゆっくりと時間をかけて壊れる構造形式にする。

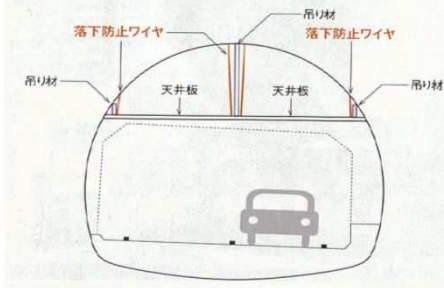
これから造る構造物では、当初の設計時点でそういった視点を盛り込むことが必要。

18

## 設計思想を踏まえた維持管理を(3)

既設の構造物→落下防止ワイヤを設置するなどの対策。

■ 落下防止ワイヤによるフェールセーフの一例



(資料:阪神高速道路会社)

## 設計思想を踏まえた維持管理を(4)

③維持管理のしやすさを念頭に改修

笹子トンネルでは、5.3m頭上の最頂部を目視点検だけで済ませていた。1970年代に維持管理を考慮した設計をしていなかったことも問題だが、供用後に管理者が対策を怠ったことによる影響が大きい。

古い橋では、劣化しやすい桁端部が見やすいように改修する例が増加。不要になった機能の撤去など、必要に応じて行うべき。

20

## 設計思想を踏まえた維持管理を(5)

④設計思想を踏まえメリハリある点検

設計を知ることによって構造上の弱点が分かれば、詳細に点検するなどのメリハリある点検をすべき。

⑤身の丈に合った維持管理体制を

全国一律で定期点検の頻度を上げる、打音検査を義務付けるべき、という声もあるが、現実的には予算との兼ね合いがある。

21

## 設計思想を踏まえた維持管理を(6)

(例1)

高知県は06年以降、建設コンサルタント会社に定期点検を外注せず、職員自らが実施。  
土木研究所の点検要領をもとに点検対象や判例方法、その後の対策などをまとめたマニュアルを作成し活用。

22

## 設計思想を踏まえた維持管理を(7)

(例2)

■ 阪神高速道路会社は点検を合理化・高度化

[定期点検の内容]

定期点検の項目	従来	改定案
上下部工点検	5年か6年か8年に1回	5年か8年に1回
梁上点検	上記の中間年	廃止
中間年点検	—	要注意構造物に対して点検を実施
トンネル点検	5年に1回	全般点検 <sup>*1</sup> 8年に1回 カルテ点検 <sup>*2</sup> 2年に1回

\*1:近接目視、必要に応じてたきや簡単な計測を実施する

\*2:災害の発生が懸念される箇所や要注意箇所の簡易計測を含む、より詳細な点検  
(資料:阪神高速道路会社)

23

## 設計思想を踏まえた維持管理を(8)

### ⑥補修の優先度の付け方を公開

予算の都合上すぐに補修できない場合

その場合の補修の優先度の付け方を阪神高速道路が公表。  
→損傷の進行具合だけでなく冗長性も踏まえた二次判定を導入。進行性が同じ評価であっても、冗長性を担保している場合は、損傷の判定評価を低くつける。

24

## 設計思想を踏まえた維持管理を(9)

### ⑦点検での人材育成に予算を

将来の点検技術者育成のために予算を費やす  
→岐阜大学と岐阜県:「社会基盤メンテナンスエキスパート養成」

地元密着で維持補修に携わる専門家を育成し、輩出する人材育成プログラム。長崎県でも同様の取り組みとして「養成ユニット」がある。

現状では二者とも、文科省の科学技術振興調整費の「地域再生人材創出拠点の形成」に採択され、支援金が出ている。

25