

単純合成桁橋の耐火性能に関する基礎的研究

大阪工業大学大学院 学生会員 ○今川雄亮 学生会員 柳楽英俊
大阪工業大学 正会員 大山 理 正会員 栗田章光

1. はじめに

近年，多発するトンネル内の火災事故を受けて，トンネル構造物に対する耐火性能が要求されつつある．一方，橋梁に対しては，火災による大被害を受けた経験が少ないことから，一般的に耐火性能は要求されていないのが現状である．しかしながら，これまでに車両火災などにより橋梁が被災した事例は，数多く報告されている¹⁾．さらに，橋梁が被災した場合，車両の通行可否に対する迅速な判断を要することなどからも，橋梁に対する耐火性能を評価する必要がある．

本文では，合成構造に対する耐火性能評価の基礎的研究として，単純合成桁橋を対象とした高温下における終局曲げ耐力に着目し，対象橋梁の耐火性能を評価することを目的としている．以下に，その結果について報告する．

2. 耐火性能評価手法

火災を受けた構造部材は，部材の温度上昇に伴い材料強度が低下し耐力が低下すると考えられる．そこで，本文では，構造物に対する耐火設計が体系化しているヨーロッパの設計規準である Eurocode^{2), 3)}に基づき，部材の温度上昇による材料の強度低下を考慮した曲げ耐力と自重による作用モーメントとを比較することで耐火性能を評価することにした．図-1に耐火性能評価のフローを示し，以下にその説明を加えることにする．

ステップ1：初期条件として，荷重(死荷重，活荷重)および火災温度-時間曲線を設定する．

ステップ2：火災荷重による断面の温度分布を算出する．

ステップ3：高温下における材料の強度低下を考慮することにより，その温度下での終局曲げ耐力を算出する．これと部材に作用するモーメントとを比較することにより耐火性能を評価する．

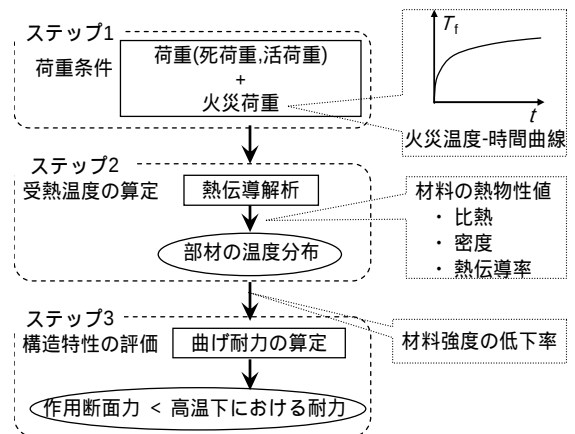
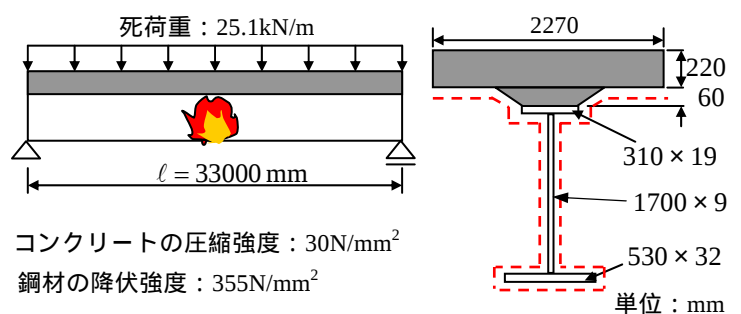


図-1 耐火性能評価のフロー



(a) 側面図 (b) 断面図
図-2 対象橋梁側面および断面

3. 数値解析条件

まず，解析に用いる対象橋梁の側面および断面を図-2に示す．図-2(a)より，支間中央が被災し，図-2(b)の破線を火災曝露面とする．火災温度-時間関係は，標準温度-時間曲線(ISO-834)を用いることにし，対流熱伝達係数の値を 25W/m²K とする．

つぎに，各部材の受熱温度は，一次元モデルの熱伝導解析により簡易的に算出することにし，その際，鋼材およびコンクリートの熱物性値は，表-1に示す値を用いる．

表-1 各材料の熱物性値³⁾

	鋼材	コンクリート
比熱(J/kgK)	640	1000
単位体積重量(kg/m ³)	7850	2300
熱伝導率(W/mK)	—	1.6

Key words：耐火性能，火災温度-時間関係，熱伝導解析，終局曲げ耐力

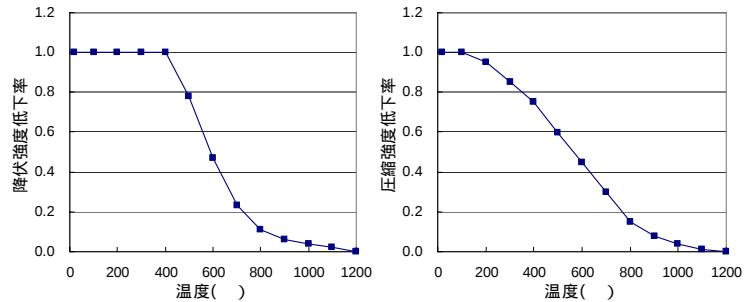
〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号

TEL：(06)6954-4109，FAX：(06)6957-2131

本来、熱物性値は材料温度に依存するが、本解析では簡略化のため温度に依存せず一定とする。

さらに、高温下における各材料の強度低下率を図-3に示す。

また、終局曲げ耐力を算出する際、床版内の温度分布は、解析結果に基づき図-4に示すように床版を 2/3 の要素に分割し、各要素の温度を、要素の中心温度で一定とする。



(a) 構造用鋼材

(b) コンクリート

図-3 高温下における材料強度の低下率³⁾

4. 解析結果

部材の受熱温度および曲げ耐力の算出結果を図-5に示す。まず図-5(a)より、鋼桁温度は急激に上昇するのに対し、コンクリート床版の温度上昇は下面に限られ、全体として大きく温度上昇しないことがわかる。つぎに、図-5(b)より、加熱開始から、ウェブが 400°C に達する 5 分後ならびに上下フランジが 400°C に達する 15 分後に耐力が低下していることがわかる。これは、図-3に示すように構造用鋼材の降伏強度が、400°C 以降急激に低下するためである。以上より、高温下における終局曲げ耐力は、鋼材の受熱温度に依存し、400°C 以上の温度領域において著しく低下することがわかる。

また、本解析条件下において、終局曲げ耐力は、約 27 分後に自重による作用モーメントと同程度の値まで低下することがわかる。

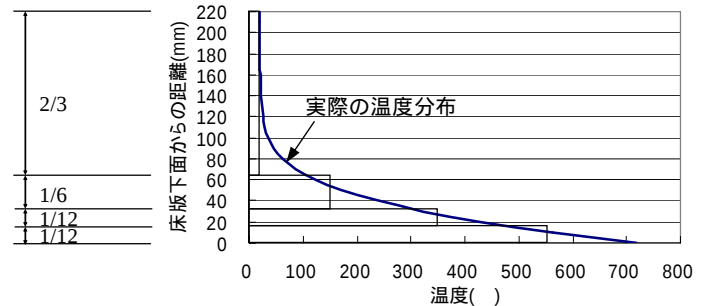
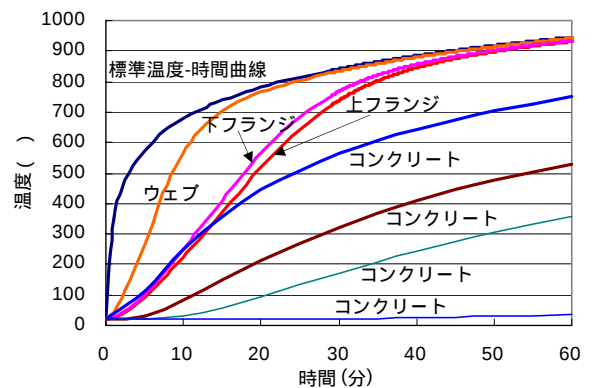
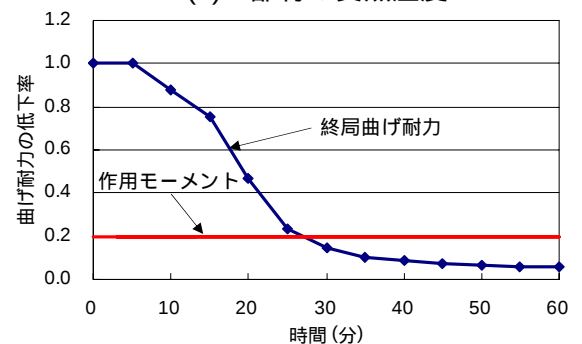


図-4 床版内の温度分布(30 分後)



(a) 部材の受熱温度



(b) 終局曲げ耐力の低下率

図-5 解析結果

5. まとめ

本文は、合成構造に対する耐火性能評価の基礎的研究として、終局曲げ耐力に着目した評価手法についてとりまとめたものである。その結果、高温下における終局曲げ耐力は、鋼桁の受熱温度に依存し、400°C 以上に達すると急激に低下することがわかった。

しかし、本解析における火災温度は、閉空間での火災を想定した標準温度-時間曲線を用いており、桁下が開空間である橋梁に対する火災温度として過大評価であると考えられる。そこで、今後、橋梁における火災温度として適切な火災温度-時間関係を設定する必要がある。さらに、本解析では、高温下においても常に鋼とコンクリートが一体となって挙動するものとした。しかし、温度上昇によるスタッド耐力の低下に伴い、鋼とコンクリートの間にずれが生じ、合成断面として挙動しないことも考えられることから、今後、高温下におけるずれ止めの性状を明らかにする必要もある。

【参考文献】

- 1) たとえば、高樋由美子、羽田野英明、石原靖弘、大山 理、長坂 悟：火災を受けた橋梁の安全性評価，土木学会第 59 回年次学術講演会，2004 年 9 月。
- 2) CEN：EN1991-1-2，2003 年 5 月。
- 3) CEN：Draft prEN1994-1-2，2002 年 11 月。