

鋼橋の支承選定エキスパート・システムの構築

関西大学工学部 正会員 三上 市藏 阪神高速道路公団 正会員 吉川 紀
関西大学大学院 学生員 土田 貴敬 ㈱ 熊 谷 組 正会員 ○本間 達司

1. まえがき

近年、さまざまな分野において人工知能を応用した計算機利用技術に関する研究および開発が盛んに行われている。中でも、実用化が最も期待されているものがエキスパート・システムである。

鋼橋において支承は、橋梁の平面形状における支承の配置、橋梁形式、支間長、支承への作用する荷重、移動と回転の方向、支承の転倒に対する安定性、地震の影響など、多数の要因をすべて考慮した上で選定する必要がある。この支承選定の複雑な知識を体系化し、パソコン上でエキスパート・シェルを用いて鋼橋における最適支承を選定するサブシステムを構築した。ここに、知識獲得、知識の整理、システムの概要およびシステム評価について報告する。

2. 知識獲得と知識ベース

本システムのための知識は、各支承の基本的な機能や特長、支承選定にあたって考慮すべき事項、鋼橋の橋梁形式、支承の分類、支承の適応条件および最適支承の選定である。これらの知識は、道路橋支承便覧¹⁾、鋼橋支承設計の手引き²⁾などの参考文献から獲得した。

3. 知識の整理

本システムで用いた支承に関する知識を表-1、表-2に示す。表-1では、選定対象となる支承をその特性により分類した。この特性は、固定or可動〔可動、固定、半固定支承〕、移動方向と回転方向〔一方向、全方向、一方向および全方向型〕、支承の転倒に対する安定性〔安定、不安定〕の4項目で与えた。表-2は、鉛直反力の大きさ(l)、負の反力の有無および支間長(m)の3項目についてその適応条件をまとめたものである。また、鋼橋の橋梁形式を平面形〔直線橋、斜橋、曲線橋〕、桁形式〔単純桁、連続桁〕、上部構造形式〔H形鋼橋、I桁橋、箱桁橋、多主桁並列箱桁橋、トラス橋、アーチ橋、ラーメン橋〕の3項目により分類した。橋梁形式の中でも、支間長200m以下の鋼橋において一般的によく用いられるものを対象とした。

4. システムの概要

鋼橋の平面形状に対する支承の配置に関する知識は、体系化することが難しい。このため、本研究では、図-1に示すように一つの支承に対して支承種別を選定するシステムとして構築した。また、本システム構築にあたっては、構築・拡張・修正を容易にするため、エキスパート・シェル「創玄」を用いた。「創玄」では、プロダクション・ルールを用いて知識表現を行う。本システムは、73個のルールから構成されている。また、ルールを作成する上で確信度を用いた。現時点では、参考文献の知識から使用適で(+0.50)、使用要検討で(+0.30)の確信度を与えて肯定した。また、使用不適で

表-1 支承の分類

支 承 名	支 承 の 呼 称	固定 or 可動	移動方向	回転方向	安定性
ゴム支承	半固定ゴム支承	半固定	全方向	全方向	安定
	固定ゴム支承	固定	——		
	可動ゴム支承	可動	全方向		
線支承	固定線支承	固定	——	一方向	安定
	可動線支承	可動	一方向		
支承板支承	ベアリングプレート支承	固定	——	一方向形	安定
	スライディングプレート支承			——	
	フッ素樹脂版支承			——	
ピン支承	ベアリングプレート支承	可動	一方向形	全方向形	不安定
	スライディングプレート支承		——		
	密閉ゴム支承		全方向形		
ピン支承	せん断型ピン支承	固定	——	一方向	不安定
	圧入型ピン支承				
ビレット支承	球面ビレット支承	固定	——	全方向	安定
	点ビレット支承				
ローラー支承	一本ローラー支承	可動	一方向	一方向	不安定
	ピンローラー支承	可動	一方向	一方向	不安定
	ビレットローラー支承			全方向	安定

(注)上記のビレットローラー支承には、支承板ローラー支承を含むものとする。

(-1.00) を与えることにより完全に否定した。下にこれらのルールの一例を挙げる。

ルール番号 40

- もし 1) この支承に加わる鉛直反力(t) ≥ 50 (+0.20 $\leq$ 確信度 $\leq +1.00$)
 かつ 2) この支承に加わる鉛直反力(t) < 300 (+0.20 $\leq$ 確信度 $\leq +1.00$)
 ならば 3) この橋梁に適した支承は、支承板支承です。 (確信度 $=+0.50$)

5. システム評価

構築したシステムを用いて金田一大橋³⁾、天台山橋⁴⁾、第1武庫川橋梁⁵⁾、児玉橋⁶⁾の4橋梁について、最適支承の選定を行い、表-3の結果を得た。その結果は、使用されている支承と比較した。金田一大橋以外の3橋梁に対しては、可動・固定とも実橋の支承と同じ選定結果を得た。金田一大橋について考察すると、支間長55m以上の橋梁に対して支承板支承が使用不適であるというルールが作用したため、可動支承において支承板支承が選定されず、選定結果が不明という結論に達したと考えられる。

6. あとがき

現在、本システムは、サブシステムでありプロトタイプである。今後、実用的なシステムにするには、以下の課題がある。①鋼橋の平面形状に対する支承の配置に関する知識を整理し、システムに組み込む。②エキスパートの経験的知識を獲得し、これを知識ベースに反映させる。

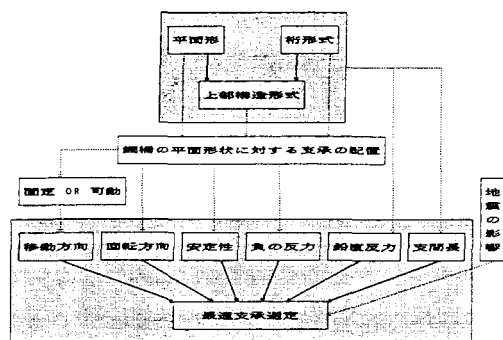


図-1 鋼橋の支承選定フローチャート

表-2 支承の適応条件

支 承 の 呼 称	鉛 直 反 力	負	支 間 長
半固定ゴム支承	△ 0t以上～50t未満	×	△ 0m以上～10m未満
固定ゴム支承	○ 50t以上～200t未満	○	○ 10m以上～40m未満
可動ゴム支承	△ 200t以上～250t未満	△	△ 40m以上～45m未満
固定鋼支承	△ 0t以上～50t未満	×	△ 0m以上～10m未満
可動鋼支承	○ 50t以上～100t未満	○	○ 10m以上～25m未満
			△ 25m以上～30m未満
ベアリングプレート支承	○ 50t以上～300t未満	△	△ 15m以上～20m未満
スライディングプレート支承	△ 300t以上	△	○ 20m以上～45m未満
フッ素樹脂板支承			△ 45m以上～55m未満
密閉ゴム支承			
せん断型ピン支承	△ 50t以上～100t未満	○	△ 25m以上～30m未満
圧入型ピン支承	○ 100t以上	△	○ 30m以上
球面ピン支承		×	△ 35m以上～40m未満
点ピン支承	○ 100t以上	×	○ 40m以上
	△ 50t以上～100t未満		
一本ローラー支承	△ 50t以上～100t未満	×	△ 15m以上～30m未満
	○ 100t以上～350t未満	×	○ 30m以上～55m未満
	△ 350t以上		△ 55m以上
ピンローラー支承	△ 100t以上～150t未満	○	△ 30m以上～35m未満
ピンローラー支承	○ 150t以上	×	○ 35m以上

注) ○-使用適、△-使用要検討、記載以外 使用不適
 最大支間長は、200mとする。

表-3 システム評価

橋 梁 名	支 間 長	鉛 直 反 力	移動方向	回転方向	転 倒	選 定 結 果 (確信度)	実 橋 の 支 承
金田一大橋	28.62m	不 明	○	全方向	×	(固定) ビット支承 (+0.50) (可動) 不 明	(固定) ビット支承 (可動) 支承板支承
天台山橋	18m	約 50t	×	全方向	×	(固定) 支承板支承 (+0.50) (可動) 支承板支承 (+0.50) ゴム支承 (+0.50)	(固定) 支承板支承 (可動) 支承板支承
第1武庫川橋梁	28.75m	約600t	○	一方向	○	(固定) ビット支承 (+0.50) (可動) ビットローラー支承 (+0.77)	(固定) ビット支承 (可動) ローラー支承
児玉橋	38.10m	約 70t	×	一方向	×	(固定) 鋼支承 (+0.50) ゴム支承 (+0.50) (可動) 鋼支承 (+0.50) ゴム支承 (+0.50)	(固定) ゴム支承 (可動) ゴム支承

注) ○:考慮する。×:考慮しない。

1)日本道路協会：道路橋支承便覧，1973-4。2)日本橋梁建設協会：鋼橋支承設計の手引き，1984-4。3)佐藤・長澤：金田一大橋の設計と施工，橋梁，Vol.20，No.9，1984-9。4)松浦・田淵・近藤・佐久間：川尻3号橋（天台山橋）の設計と施工，橋梁，Vol.21，No.7，1985-7。5)村田・井口：第1武庫川橋梁の設計・製作・施工，Vol.21，No.11，1985-11。6)齊藤・小野・磯田・成松・窪沢：ウィークエンドを利用した上部工の架替工事（児玉橋），Vol.23，No.6，1987-6。