

新交通システムの性能設計に関する一提案

○東京大学大学院工学系研究科 学生員 安仁屋宗太
東京大学大学院工学系研究科 フェロー 藤野 陽三
東京大学大学院工学系研究科 正会員 阿部 雅人

1 はじめに

国内の都市のほとんどにおいて道路交通渋滞が深刻な都市問題となっており、それを解決する取り組みの中で、地下鉄などに比べて安価な建設費、占有面積が小さいこと等の利点を持つ新交通システムにその期待が集まった。しかし実際に建設された既存の新交通を見ると、海外の事例と比較して建設費が非常に高く、かなり圧迫感のある大げさな構造物になっているものが多い。さらに大げさな構造物は、コストだけでなく都市景観や導入空間確保に対してもマイナスの影響を与えている。

高い建設費のため事業採算性が低いことに加え、都市景観や導入空間確保等の問題から多くの中小都市が新交通の導入に対し足踏み状態である現在、『低廉かつ軽快な新交通システム』が求められており、その実現を目指して性能設計の立場から検討を行っていく。

2 技術基準類

構造物が「大げさ」になっている要因の一つに技術基準類が挙げられる。もともと新交通システムとは法的には鉄道（旧運輸省）と道路（旧建設省）の狭間に位置付けられており、それら技術基準類も鉄道と道路の基準を足し合わせた形となっている。さらにこれら基準類は性能規定型ではなく、仕様規定型の記述形式のままであり、その仕様も鉄道もしくは道路のものを準用しているという状態である。このため合理的な設計や計画は難しく、過剰設計となり必要以上にコストがかかってしまう。

実際に設計・計画の実務を行なったコンサルタント等へのヒアリング調査の結果、高コスト以外にも導入空間確保の困難性、他の交通機関との接続の悪さ、都市景観への悪影響など、技術基準に起因した様々な問題が存在することがわかった。

例えば、既存の新交通を見ると支柱が8～10mと非常に高いものが多いが、これは道路の建築限界に加えて歩道橋のための余裕を確保していること、ホーム階が三階となっている場合が多く軌道高さをホーム階に合わせる必要があること、などがその理由である。これは確実にコストアップにつながり、さらに都市景観としてもあまりふさわしくない。

また設置基準によれば、沿道建築の消火活動および人命救助活動のための梯子車進入用に、軌道と沿道建築物との間には6m以上の側方余裕が必要とされており、このため新交通を導入する道路には22m以上の道路幅員が必要となる。現在の国内の都市においてこのような広さの道路は決して多くなく、導入空間確保のためには多額の費用と長い時間をかけて非常に困難な道路整備事業を行なう必要が出てくる。このためそもそも導入空間の確保が困難である上に、たとえ確保されたとしても線形計画等は不十分なものとなり利便性が失われてしまう。

世界的にも性能設計の流れが国内でもようやく見られるようになった現在、新交通システムの利点を最大限に活用するために、いま一度『性能』という視点に立ちかえて技術基準類を見直すことが求められているのではないだろうか。

キーワード 新交通システム 性能設計 コストダウン 技術基準 耐震性能
連絡先 : 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 tel. 03-5841-6099; fax. 03-5841-7454

3 耐震性能

わが国においては地震荷重が設計の際に最も支配的な要素となっているため、続いてその耐震性能に着目してさらに構造的なアプローチを試みる。ここでは『低廉で軽快な構造物』を目指して実際に単線モノレール高架軌道の支柱の設計計算を行い、それを通して耐震性能に関する提案をしていく。

都市モノレールの耐震設計は道路橋示方書¹⁾にしたがって行なわれるのが一般的であり、兵庫県南部地震以後、大規模だが発生頻度が極めて低いレベル2地震動に対する耐震設計によって構造物の強度・寸法が決まるようになっている。だがここで、地震時に車両荷重をあまり考慮しない道路橋と違い、都市モノレールの高架軌道では支柱に作用する力のうち車両からの地震時慣性力の割合が比較的高いという特徴があり、道路橋示方書に従ったままでは、車両の乗っていない支柱に対してはかなりの過剰設計になっていることがわかった。

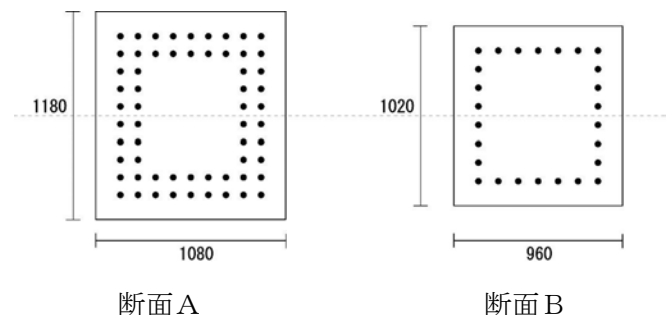
ところで道路橋示方書では、レベル2地震動に対しては地震後の残留変位の許容値（支柱高さの1/100）が設けられており、その設定理由を「修復が容易かつ速やかに行なえる範囲」としている。しかし新交通の場合、上述の特徴を考慮すれば道路橋示方書で想定しているような地震後の損傷は局所的にしか現れず、道路橋と比べて損傷箇所が少なく容易に修復が行なえると考えられる。そこで提案である。道路橋示方書のように修復限界状態ではなく、例えば終局限界状態を設定して設計したとしても十分修復が容易に行なえるのではないだろうか。

ここで、RC支柱（支柱高さ 6.5m、矩形断面）の設計計算の結果レベル1地震動に対する照査から得られた支柱断面に対して、レベル2地震動を用いた非線形の地震応答解析²⁾を行なった。結果を見ると、道路橋示方書で設けられている残留変位の許容値は満たしてはいないものの、塑性率を見ても十分終局限界状態には至らないということが言える。（表1）

つまり、もし修復限界状態ではなく終局限界状態を設定するならば、従来の示方書通りの断面Aから断面Bへと寸法および主鉄筋量を大きく削減できることがわかった。（図1）

【表1 地震応答解析結果】

地震動		残留変位 (cm)	塑性率	許容値 (cm)
JR鷹取駅	橋軸方向	9.2	4.15	6.5
	直角方向	1.9	4.65	
神戸海洋 気象台	橋軸方向	13.4	4.50	
	直角方向	10.7	5.64	



【図1 断面比較】

4 まとめ

現行の技術基準である道路橋示方書に従わず、新交通システムの特性を考慮した耐震設計を行なうことで、断面寸法および鉄筋量を大きく削減することができた。これによって、低廉かつ軽快な構造の実現に向けて構造的な観点から耐震性能に対する提案を行なった。

また現行の基準に従う限りはこのような提案が生まれる余地さえ無く、まさにこれこそが現行の仕様規定型技術基準のもたらす問題であり、今後は耐震性能をはじめとして「性能」という視点で設計・計画を行なう必要性が明らかになった。

【参 考】

- 1) 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 （2002 日本道路協会）
- 2) 同大学院社会基盤工学専攻橋梁研究室 朱氏開発の非弾性モデルを用いた地震応答解析プログラム