

名古屋駅中央コンコース高架橋健全度評価手法の確立

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○丸山 真一
 東海旅客鉄道株式会社 高田 史待
 東海旅客鉄道株式会社 三浦 宏之
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 小久保将寿

1. はじめに

名古屋駅は新幹線や在来線の中核駅として、社会的に大きな役割を担っている。そのため、大地震発生時には、構造物の被災状況を迅速に把握し、早期に運転再開する必要がある。しかし、名古屋駅中央コンコースの高架橋は化粧版で覆われているため、速やかに目視検査を行うのは難しいのが現状である。このため本研究では、省スペースで検査ができる衝撃振動試験を用いた高架橋の健全度評価指標を確立し、地震発生後に早期に被災度を確認するためのフローチャートを策定することとした。

2. 背景

本研究の対象は、名古屋駅において公衆の往来が最も盛んな中央コンコース部分の高架橋柱約 192 本である。このエリアは、図 1 に示すように、東西方向に 1~24 通り、南北方向に A~J 通りに渡る高架橋で構成されており、全ての柱に対し耐震補強が施されている。これまでの研究では、これらの柱を 10 タイプに分類したうえで、衝撃振動試験および固有値解析の結果に基づき、それぞれの柱タイプのバネ-質点系の解析モデルを設定し、

静的な地震荷重を徐々に作用させることで、耐震設計上の各限界点における剛性の変化率を求めた^{1,2}。さらに、これに基づき、各限界点における固有振動数を算出することで、図 2 のような健全度評価指標を求めた³。

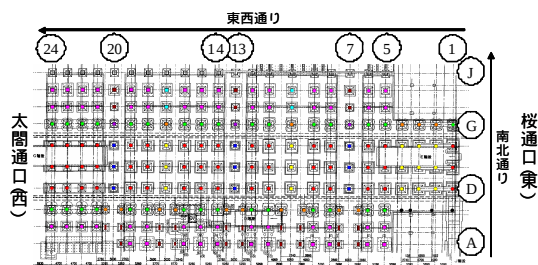


図1 中央コンコースの高架橋柱

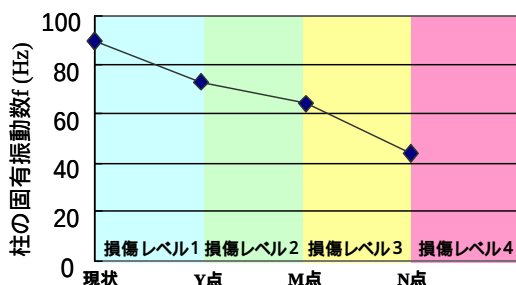


図2 健全度評価指標

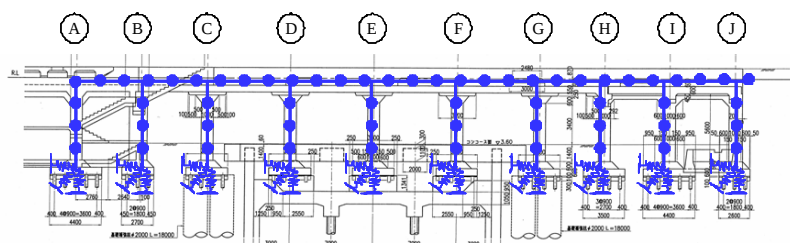


図3 7通りの図面および解析モデル（全体系）

3. 地震被災時における被災度確認方法の策定

3.1 試験対象柱の決定

地震被災時に被災度を迅速に確認するためには、図 1 に示す高架橋柱のうち最も被災しやすい柱を試験対象とし、図 2 の健全度評価指標を用いて損傷レベルを判断する必要がある。しゅん功図面を確認したところ、東西 24 通り中弱点となるのは、7、13、20 通りであると予測した。これは、他の通りは線路方向にスラブの面的な広がりがあるのに対し、当該 3 通りは線路方向の部材幅が小さいためである。

これを確認するために、南北通りに対して図 3 に示すようなバネ-質点系のモデルを設定し、静的に地震力を徐々に大きくした際の挙動を調べた。図 4 に 7 通りの解析結果を示す。今回の解析では、A~J の 10 本の通りがある中で、柱下端のひび割れ、柱下端鉄筋降伏いずれにおいても G 通りが最も早く発生した。これは、図 3 の図面に示すように、D~F 通りは地下鉄の建設に伴い基礎を受け替えているため、その境界である G

キーワード 衝撃振動試験、耐震解析、被災度判定指標

連絡先 〒453-0801 名古屋市中村区太閤 1 丁目 15-5 東海旅客鉄道㈱ Tel (052)451-7146

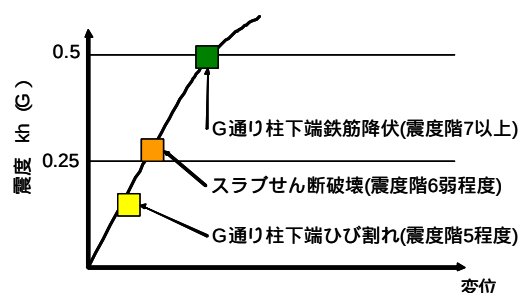


図4 耐震解析結果(7通り)

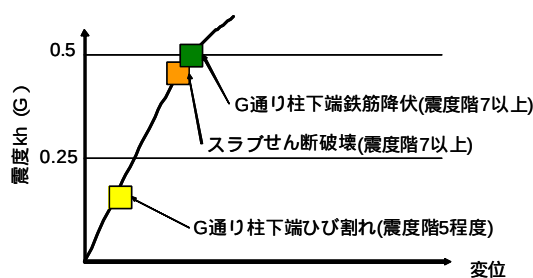


図5 耐震解析結果(5通り)

通りに特に応力が集中したためと考えられる。

次に、7、13、20 通り以外の一般部の解析結果として、5 通りの解析結果を図5にそれぞれ示す。図4と比較すると、7 通りはスラブのせん断破壊が他の通りに先行して発生することが分かった。従って、先ほど示した図面上の予測だけではなく、耐震解析結果からも7 通りは他の通りよりも耐震性が小さいことがわかった。

以上より、G-7 柱が最も早く変状が生じることに着目し、大地震の被災を受けた場合、G-7 柱と同タイプの柱を中心に衝撃振動試験を実施することとした。

3.2 試験方法の検討

次に、化粧版によって装飾されている柱に対し、センサの取付およびカケヤによる打撃に必要なスペースをどのように確保するか検討を行った。検討結果を表1に示す。この結果、ボルトの取り外しのみで試験可能なポスター枠を利用することとした。また、先ほどの耐震解析結果によって最も弱点であることが分かった G-7 柱もこのポスター枠タイプの柱である。

3.3 確認方法のフローチャート

以上の結果を踏まえ、地震被災時における被災度確認のフローチャートを図6のように策定した。仮に、震度階が5以下であれば、異常無と判断する。これは、図4に示すように、5 程度であれば構造物は弾性状態に留まるためである。震度階が6以上の場合、衝撃振動試験を実施し実測固有振動数に基づいて健全度評価を行う。試験対象柱に関して、震度階 6 弱～6 強の場合については G-7 柱および G-20 柱の2本とした。震度階7以上の場合、先ほどの2本に加え、ポスター枠を有する弱点構造の D-13 および一般部の D-14 の計4本を測定する。

地震被災時には、衝撃振動試験の実施により得られた固有振動数に基づき、図2の評価指標を用いて損傷レベルを評価する。この結果、損傷レベルが2以上であれば、天井裏に設置された検査足場を利用して、スラブの変状有無を目視によって確認する。仮に変状が認められた場合、応急復旧方法を検討して実施し、当高架橋における運転再開については、軌道状態などを含めて総合的に判断して対応していくこととなる。

表1 衝撃試験方法の検討

対象	石膏ボード	電照サイン	ポスター枠
撤去方法			
備考	復旧に専門的な技術が必要	LEDの扱いに専門的な技術が必要	ボルトの取り外しのみ。簡易。

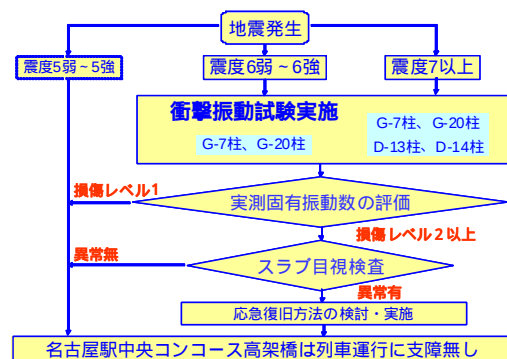


図6 被災度確認方法のフロー

¹ 関雅樹他(1996.1)「兵庫県南部地震によるラーメン高架橋の震動特性に関する考察」『土木学会論文集』No.550(V-33,pp145-153)

² 関雅樹他(2003.4)「RCラーメン高架橋の地震時損傷レベルの評価に関する研究」『土木学会論文集』No.731(I-63,pp51-64)

³ 鉄道構造物設計標準同解説「耐震設計」pp141-208