

I - B 125

耐震性評価における簡易式の適用性の調査

東海旅客鉄道㈱ 正会員 稲 熊 弘
 東海旅客鉄道㈱ 正会員 元木澤 知 紀
 東海旅客鉄道㈱ 長谷川 澄 夫
 東海旅客鉄道㈱ 高 橋 安 彦

1. 概 要

兵庫県南部地震以降、せん断破壊先行型の柱を対象に、RCラーメン高架橋の緊急耐震補強を実施している。ラーメン高架橋の対策の要否の判定は、静的な構造解析によることが望ましいが、現地条件を考慮して個別に設計された高架橋では、構造系が多種に渡ることから個別に解析をすれば、多大な時間と経費を要することになる。そこで、断面諸元から簡易に曲げせん断耐力比を求められる簡易式が適用できれば短時間に評価できることから、非対称、異径間、多層階等の特殊に設計されたラーメン高架橋への簡易式の適用性について調査を行ったので報告する。

2. 調査方法及び調査結果

特殊1層式高架橋7基と特殊多層式高架橋4基を、現時点で最も精度良く破壊先行形態の評価が可能である静的線形解析により破壊安全度 $Kh(Vy)/Kh(Mu)$ を算出し、簡易判定式による破壊安全度との整合性を確認した。

1層式高架橋柱の破壊安全度の比較を図-1、多層式高架橋柱の破壊安全度の比較を図-2に示す。

1層式高架橋柱については、概ね整合性はとれるが一致するには至らず、簡易判定式による破壊安全度の値は、構造解析による破壊安全度の値より大きい値を示した。これは、簡易判定式により耐震補強の要否を判断すると危険側の判定（耐震補強が必要な高架橋を不必要と判定）を行うことになる。多層式高架橋柱についてはばらつきが多く、整合性はとれない結果であった。

3. 構造解析と簡易判定式の相違点

構造解析による破壊安全度の算定式

$$Kh(Vy)/Kh(Mu) = (Vy_d/V_d) / (Mu_d/M_d) = Vy_d \cdot (M_d/V_d) / Mu_d$$

簡易判定式による破壊安全度の算定式

$$Vy \cdot a / Mu$$

構造解析による破壊安全度と簡易式による破壊安全度の判定値が一致するためには、曲げ耐力、せん断耐力、断面力比とせん断スパンがそれぞれ一致することが条件となる。

$$Mu_d = Mu \quad (\text{曲げ耐力}), \quad Vy_d = Vy \quad (\text{せん断耐力}),$$

$$M_d/V_d = a \quad (\text{断面力比とせん断スパン})$$

構造解析による破壊安全度と簡易判定式による破壊安全度の各々の判定値が一致しない要因は、調査の結果、次の項目の相乗効

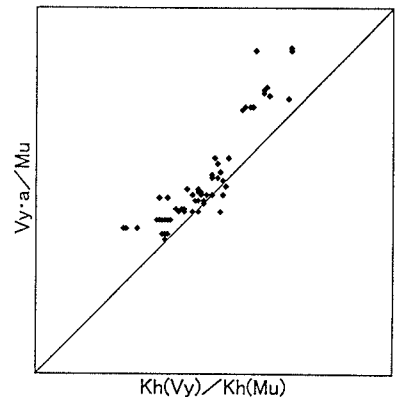


図-1 1層式の破壊安全度の比較

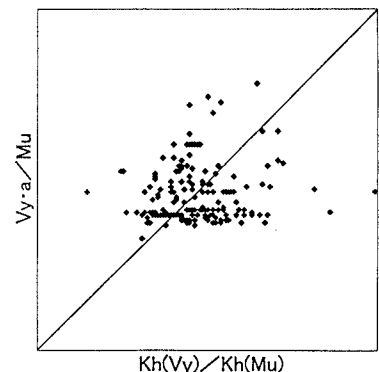


図-2 多層式の破壊安全度の比較

キーワード：特殊高架橋，耐震補強，簡易判定式，構造解析，破壊安全度

〒450-0003 名古屋市市中村区名駅南一丁目18番24号 マイル3 F TEL 052(583)6937 FAX 052(583)6940

果の影響によるものと判明した。

- (1) 径間数による各柱部材への発生断面力の分配の影響
- (2) 柱と梁の剛度の差異による柱上下端の発生断面力の影響
- (3) 初期応力の影響
- (4) 断面耐力算定時の軸力変動による影響
- (5) せん断耐力算定時の β_n の影響

上記要因の影響により、 $M_d/V_d < a$ 、 $M_{ud} \neq M_u$ 、 $V_{yd} \neq V_y$ となり、 $K_h(V_y)/K_h(M_u) \neq V_y \cdot a/M_u$ となる結果であった。

1層式高架橋柱の $K_h(V_y)/K_h(M_u) < V_y \cdot a/M_u$ であることについて調査を行った結果、せん断耐力、曲げ耐力、断面力比とせん断スパンのうち、せん断耐力に最も差の開きがあった。構造解析によるせん断耐力は、軸力の変動及び発生断面力を考慮して算定する。一方、簡易判定式によるせん断耐力は、軸力の変動は考慮せず死荷重とし、断面力比はせん断スパンとして算定する。この相違により、簡易式のせん断耐力の算定には、軸力の減少と断面力比 (M_{dmax}/V_{dmax}) の影響を考慮できないことにより、構造解析のせん断耐力より過剰に算出される結果であった。

4. せん断耐力の算定式

コンクリートのせん断耐力の算定式では、 V_c の算出方法にせん断スパン比 a/d の効果を評価する式と評価しない式との2通りの算定式があり、 a/d が 2.5～3.0 以下の場合には、 a/d の効果を評価する式を用いており、これは a/d が小さくなるに従い、せん断耐力が増大するという実験結果をもとに提案されたものである。

今回、調査した高架橋柱のほとんどが $a/d < 3.0$ であり、 a/d を評価した算定式によりせん断耐力を算出している。標準高架橋の柱についても、一部同様な調査方法により破壊安全度の整合性の検証を行ったが、 $a/d > 3.0$ であり、 a/d を評価しない式を用いて簡易判定式を算定し、構造解析の破壊安全度と整合性があったことから、特殊1層式高架橋柱においても、 a/d の評価しない式により安全側の評価でせん断耐力を算出した結果、一部の柱を除いて概ね安全側の評価が得られた。

a/d の効果を評価しない式を用いた簡易判定式と構造解析との1層式高架橋柱の破壊安全度の比較を図-3、多層式高架橋柱の破壊安全度の比較をを図-4に示す。

5. まとめ

今回の調査は、緊急耐震補強計画にあたり、耐震補強を必要とする高架橋柱を早期に確認するために行った調査である。

特殊1層式高架橋柱については、 a/d の効果を評価しない算定式でせん断耐力を算出すれば、簡易判定式による破壊先行形態は概ね安全側の評価が可能である。ただし、図-3の右上の柱は、フラットスラブ高架橋の柱の破壊安全度であり、簡易式による判定は危険であり、この種の構造の柱にはある程度の安全率を見越した適用が必要と考えられる。

特殊多層式高架橋柱については、軸力変動の影響、中層梁の剛度による柱上下端の発生断面力の影響等から、 a/d の効果を評価しない算定式だけでは、破壊安全度に整合性がとれないため、構造解析による破壊先行形態の判定が必要と考えられる。

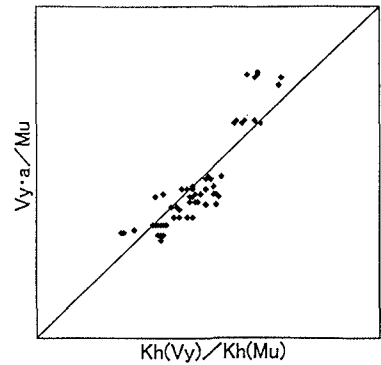


図-3 1層式の破壊安全度の比較

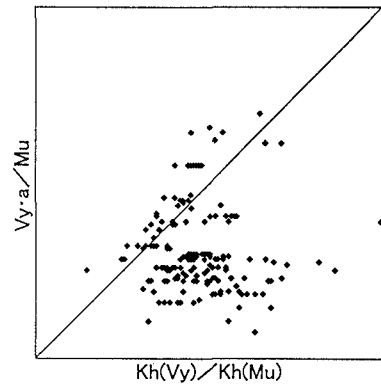


図-4 多層式の破壊安全度の比較