

既設道路橋の耐震補強における基礎補強に関する一考察

大日本コンサルタント株式会社 正会員 ○永坂亮介 藤本直也 日野秀幸
大日本コンサルタント株式会社 非会員 清水隆裕

1. はじめに

我が国では、H7 年の兵庫県南部地震以降、H17～19 年緊急輸送道路の橋梁耐震補強3箇年プログラムが推進され、土木研究所資料¹⁾や国総研資料第 700 号²⁾などにより、既設道路橋に対する耐震補強に関する知見が蓄積されてきた。現在、これらを踏まえ、H24 道路橋示方書³⁾（以下、H24 道示）に示される「耐震性能 2 および 3」を確保するために図-1 のような補強が進められている。このうち、「橋脚の補強」を実施した場合は、レベル 2 地震動に対して、柱の脆性的な破壊を抑止できる一方、下部に応力が伝達し、基礎の補強が必要なケースが散見される。基礎補強は、地盤の掘削を伴い、桁下の空洞制限や既設構造物との干渉など施工上の制約が多い。そのため、補強方針の策定には、路線の耐震性能、経済性、施工性などを勘案し、総合的に判断する必要がある。

そこで本研究では、実橋を想定した耐震性能の照査の流れを示し、設計上の課題を抽出するとともに、これまでの知見を踏まえた基礎補強に関する考察を示す。

2. 対象橋梁と耐震補強の概要

対象橋梁は、第 1 次緊急輸送道路の一般国道（B 種）で、複数径間を有する 2 車線の高架橋である。設計された基準は、S55 年以前の技術基準である。4 車線化に向けて、並走する位置にⅡ期線の施工が計画されている。橋脚は、単柱式で外形寸法を図-2 に示す。基礎は場所打ち杭φ1000、4 本である。H24 道示に基づき単柱モデルの静的解析を実施する。

3. 柱の耐震補強結果と対策

現況橋脚の耐震照査の結果、橋軸方向および直角方向ともに柱基部が降伏する判定を得た（表-1）。この結果を踏まえ、柱の脆性的な損傷を抑止すべく、RC 巻き立て（t=250mm）にて補強する計画とした（図-3）。次に、基礎の耐震性能を確認するため、柱補強後の耐震性能の照査を実施した。その結果、杭基礎およびフーチングで降伏する判定を得た。そのため、基礎の耐震性能を確保するために必要な補強の規模を把握する。

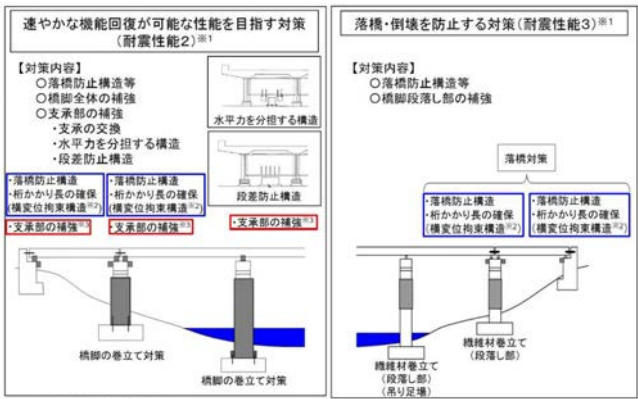


図-1 耐震補強の概要（国土交通省 HP より）

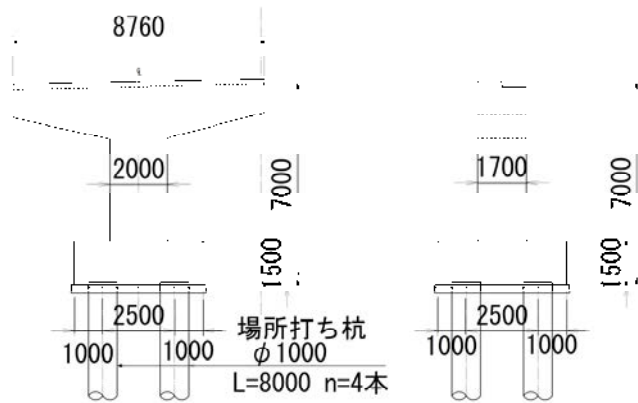


図-2 対象橋梁

表-1 現況照査の結果（タイプ 2 の地震動）				
	橋軸		橋軸直角	
地震時水平力 (kN)	2100	判定	2000	判定
地震時保有水平耐力 (kN)	880	NG	880	NG
残留変位 (mm)	118	判定	120	判定
許容残留変位 (mm)	55	NG	65	NG

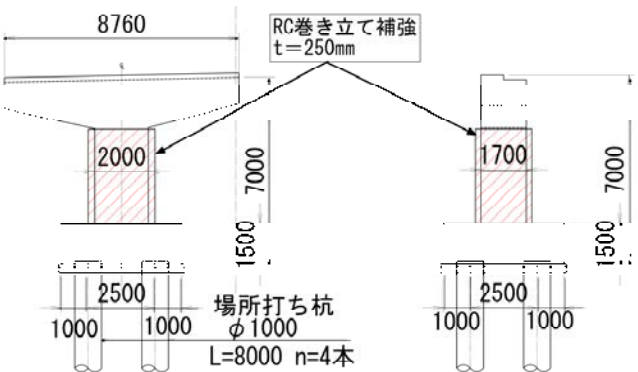


図-3 柱補強（RC 巻き立て t=250mm）

キーワード 耐震補強、耐震性能、基礎補強
連絡先 〒451-0045 名古屋市西区名駅 2-27-8 名古屋プライムセントラルタワー18 階

4. 基礎補強の課題

基礎補強は、用地の制約を踏まえ、既設と同一の杭種で増杭およびフーチング上面の増厚を施す計画とした。照査における課題は、成立する補強仕様が得られない事象が生じることである。具体的には、増杭を既設と一体化させるためのフーチングの増設により、躯体重量が増加し、更なる増杭が必要となり解が収束しない事象を指す(図-4③→④)。そのため、耐力算定のパラメータとなる「杭の本数、配置、配筋、フーチング厚と配筋」を微調整しながら複数回のトライアルが必要となる。本研究で得られた基礎補強の仕様は、橋軸方向の増杭6本とフーチング増厚 250 mmであった(図-5)。基礎補強の規模が大きくなると、図-6のように、現地状況により工事が難航するケースも多い。

5. 補強方針の提案

5.1 基礎の限界状態の把握

基礎が降伏点を超える場合においても、土木研究所の成果¹⁾を参照し、地震時の応答塑性率に応じた基礎の損傷度がⅣ(終局点)以下であれば、直ちに落橋に至るような状態とならないと考え、補強の優先度を設定することができる(図-7)。損傷度Ⅴ(終局点以降)であれば、補強の優先度は高いと言える。

5.2 耐震性能の精査

本橋で確保すべき耐震性能を精査する。本橋は、B種の橋ではあるが、緊急輸送道路としての役割を施工中のⅡ期線に譲り、要求性能を「耐震性能3：地震による損傷が橋として致命的とならない性能」とする考え方もある²⁾。具体的には、柱を補強したうえで、H24道示に示される落橋防止システムを確実に設置することで、性能は確保できる(表-2②)。

6. まとめ

本研究では、耐震性能照査における課題を抽出するとともに、補強方針に関する考察を示した。限られた予算で、路線における耐震性を段階的に向上させるものとし、優先度を設けた段階的な補強により甚大な被害を防止する方策の一例を示した。本研究が、耐震補強を推進する上での判断材料となれば幸いである。

参考文献：1) 既設道路橋基礎の耐震性能簡易評価手法に関する研究 独立行政法人土木研究所 H22.5, 2)既設橋の耐震補強設計に関する技術資料、国土技術政策研究所 H24.11, 3) 道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 日本道路協会 H 24.3

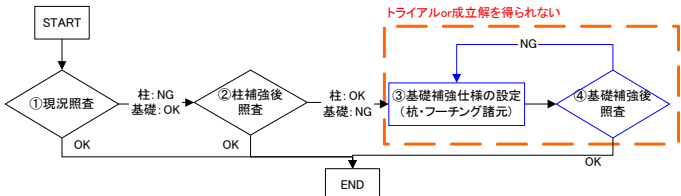


図-4 耐震照査の課題

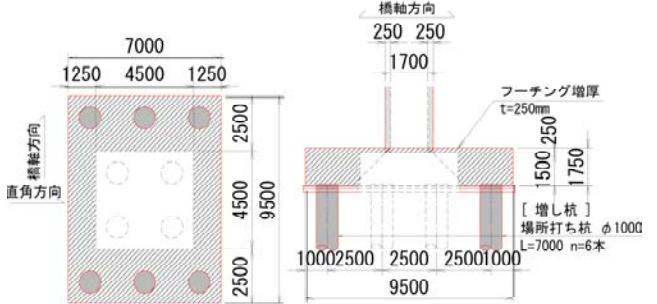


図-5 基礎補強の仕様

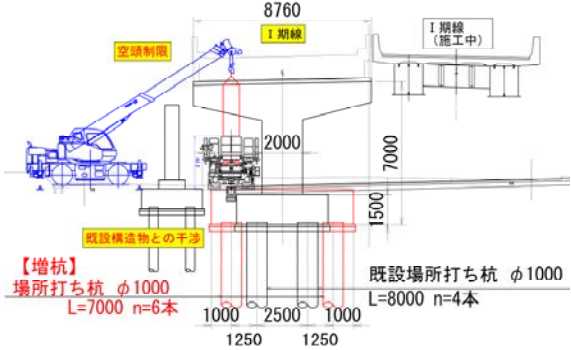


図-6 基礎補強工事の施工例

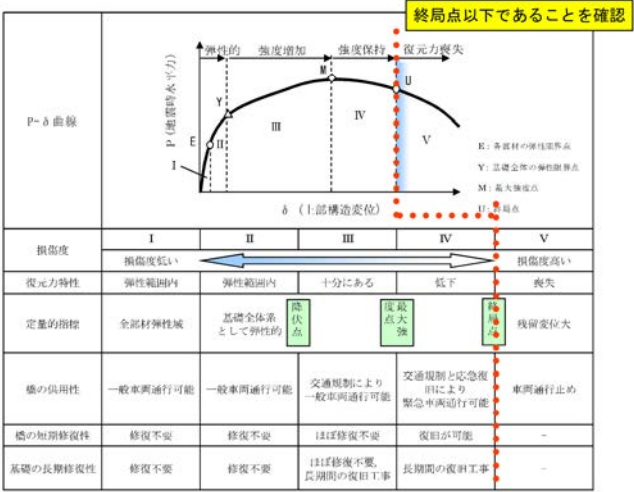


図-7 既設道路橋基礎の耐震性能水準区分のイメージ

表-2 提案する耐震性能と対策

ケース	橋脚の状態	耐震照査	落橋防止構造	支承部	耐震性能
①	現況	柱基部で損傷	なし	タイプA	耐震性能3未満
②	柱補強	基礎で損傷	設置	タイプA	耐震性能3
③	柱+基礎補強	損傷は限定的	設置	タイプB	耐震性能2