

既存橋脚の補強の現状と課題

首都高速道路公団 保全施設部 保全技術課

富澤 修次

1. 基本方針

平成7年5月25日の建設省よりの通達により、耐震補強は「復旧仕様」に原則準拠とされている。これにより橋脚の耐震補強の基本方針は「兵庫県南部地震級の地震に対しても余裕を持って耐える構造」とすることになる。

首都高速道路には約7200基の橋脚（RC橋脚は約5100基）があるが、すべての橋脚に対し照査を行い、必要な補強を実施することとしている。

2. RC橋脚の耐震補強の考え方

(1) 地震力

「復旧仕様」では兵庫県南部地震での地震波の記録（神戸海洋気象台、東神戸大橋等）を用いて非線形の動的解析を行うこととされているが、実務では日本道路協会の「復旧仕様を準用するにあたっての参考資料」に示されている震度（地盤種別により最大で1.5～2.0G）を用いる。

(2) 照査方法

地震時保有水平耐力の照査を行う。上記の1.5～2.0Gは弾性体に作用する震度であるが、実際の構造物は塑性化するため、この塑性率に応じて低減された震度（等価水平震度）より求まる地震力と橋脚の耐力を比較することになる。

$$Pa \geq W \cdot Kh / \sqrt{2\mu - 1} \text{ となればOK}$$

Pa ; 橋脚の耐力

W ; 上部工、橋脚の重量

Kh ; 照査用震度（最大1.5～2.0G）

μ ; 許容塑性率 ≤ 8.0 （下図参照）

$Kh / \sqrt{2\mu - 1}$; 等価水平震度

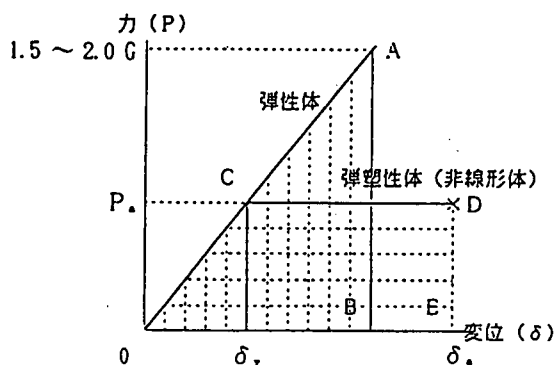
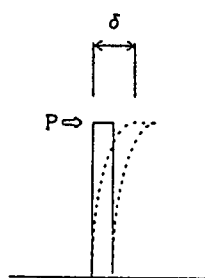


図 弾性体と弾塑性体のP～ δ 関係



$$\mu = \delta_s / \delta$$

四角形OCDE \geq 三角形OAB であれば、
1.5～2.0Gに相当する地震力に耐えられる。

※ 図中のPa、 δ_a は終極的な値Pu、 δ_u を安全係数で低減したものをを用いる。

(3) 補強方法

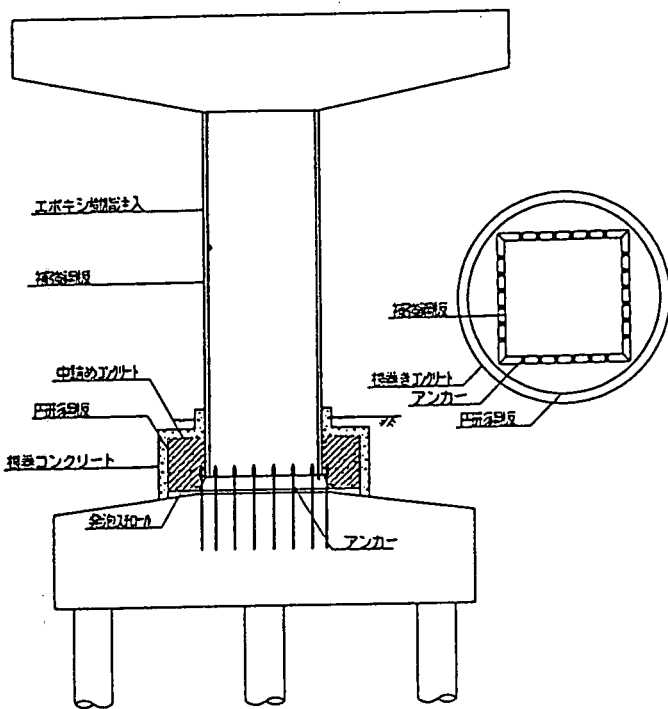
基礎構造への影響を極力小さくするため、耐力を上げず塑性率をあげる（じん性を向上させてねばり強い構造とする）補強方法を基本とする。但し、許容塑性率の上限は8程度とし、塑性率を上げるだけでは耐震性が確保できない橋脚については、曲げ耐力を上げる補強を併用する。

塑性率を上げるための補強方法は、帯鉄筋を多くしたことと同様の効果を期待できる鋼板巻立て補強（鋼板を柱全体に巻立てる方法、板厚9mm～12mm）を基本とする。また、曲げ耐力を上げる補強方法は、アンカー筋で鋼板をフーチングに定着する補強を基本とする。

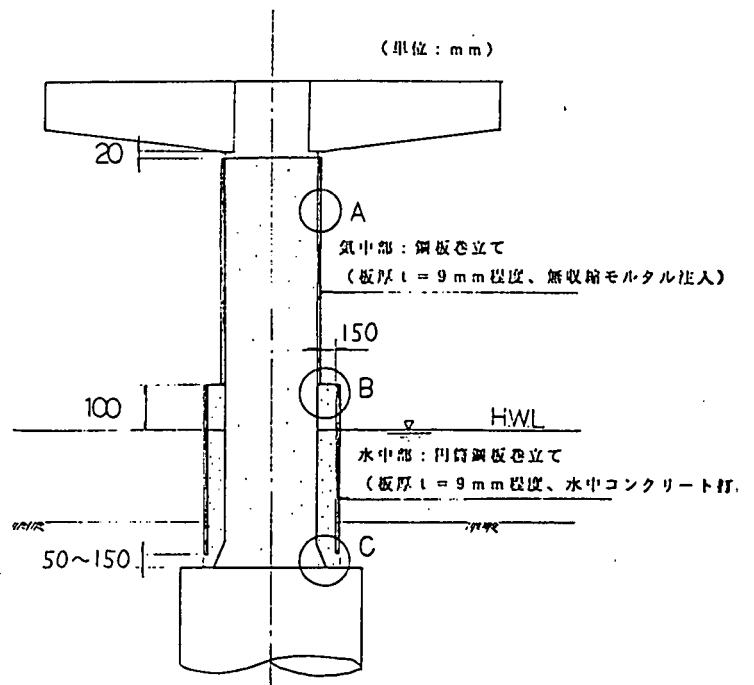
(4) 施工上の課題等

街路上で車線規制を行いながら施工する区間がかなりあるが、この場合、鋼板の現場溶接や、アンカー鉄筋の定着などに時間を要するため、これらの効率化を検討する必要がある。また、橋脚によっては鋼板の巻き立てが難しいものもあるため、炭素繊維による補強等も検討していく必要がある（ただし、炭素繊維による補強はじん性を考慮した設計法がまだ確立されていない）。

河川内の橋脚について陸上の橋脚と同一な補強法を行おうとすると、締切りによるドライアップが必要となり、工期および工費とも問題が生じる。これについては水面上の作業構台で筒状の補強鋼板を組み立て、これを水面下に降ろし、橋脚との隙間にコンクリートを充填する工法を考えている。



陸上部RC矩形橋脚の補強概念図



河川内RC円形橋脚の補強概念図

3. 鋼橋脚の補強

(1) 補強の考え方

作用する地震力や、じん性を向上させて粘り強い構造にするという補強の基本方針はRC橋脚と同じである。

(2) 補強方法

「復旧仕様」には内部にコンクリートを充填する方法が示されている。この補強法によると、じん性は大幅に向上するが、耐力も大幅に増大するため、基部におけるアンカーボルトの負担が過大になる場合が多い。

耐力をあまり増大させず、じん性を向上させる補強法としては、縦リブや横リブを増強したり、矩形柱のコーナー部を補強する方法などがあるが、これらについては建設省土木研究所、公団、橋梁建設業協会、鋼材倶楽部で共同実験を実施中である。

4. 景観との関わり

RC橋脚について鋼板巻き立てで補強する場合には、地上（水上）に出る部分はほとんど断面形状が変わらないため、景観上の問題はあまりないと考えている。ただし、スリットや、凹形など複雑な断面形状を採用しているものについては、平板的な形状にならざるをえない。

鋼橋脚については、コンクリートを内部に充填する場合には景観上の問題はないが、前述の問題点があり、この補強法が可能となる橋脚は少ないと判断している。リブなど補強部材を取り付ける方法では、橋脚内部ですべて溶接で対処することは施工上困難であり、外部から溶接による部材の取付けも採用せざるをえない場合も多いと考えられる。この場合には景観上の処理が重要な課題となる。

「復旧仕様」では落橋防止構造の強化もうたわれており、橋脚の天端を広げるケースもかなりあると考えられる。この場合にも景観上の配慮が課題になる。