

鉄道高架橋柱の鋼板補強による復旧

正会員 (財)鉄道総合技術研究所 構造物技術開発事業部長 小山 幸則 Yukinori KOYAMA
 正会員 同上 主任技師 佐藤 勉 Tsutomu SATO

兵庫県南部地震により、神戸を中心として数多くの鉄道構造物が被災した。

コンクリート橋梁の被害は、鉄筋コンクリートラーメン高架橋あるいはラーメン橋台の柱部の破壊により、床スラブの落下や桁の落橋に至る被害が多く発生した。鉄道路線では、山陽新幹線、東海道線、阪急神戸線・伊丹線、阪神本線など多くの被害を受けた。

高架橋の柱の損壊数は、破壊約1200本、破損約1200本、損傷約1000本、合計約3400本に及ぶ(破壊：高架橋柱が崩壊したもの、破損：高架橋柱の一部でコンクリートが剥落したものの崩壊には至らなかったもの、損傷：高架橋柱の一部にひび割れが生じたもの)¹⁾。このように鉄道構造物ではラーメン高架橋の柱の損壊による被害が数多く生じたため、ラーメン高架橋の柱の復旧工法あるいは耐震補強工法として、柱の外側を鋼板で被覆し、柱と鋼板の間にモルタル等を充填する補強工法(以下、鋼板補強)が主として採用された。ここでは、鋼板補強の方法と補強効果の概要について述べる。

鋼板補強による復旧・補強の概要

ラーメン高架橋の柱を補強して復旧する場合の具体的な方法は、被害の程度により以下の方法とした(図-1)。

- ① 柱の破壊部を新設する場合は、10 cm 間隔に帯鉄筋を配置し、その外側を鋼板で被覆する。
- ② 破損しているが、破壊に至っていない柱を修復する場合は、破損部分を修復し、その外側を鋼板で被覆する。
- ③ 被災によるひび割れを修復する場合は、ひび割れ部にエポキシ樹脂等を注入して修復したうえで、その外側を鋼板で被覆する。

柱の補強に用いる鋼板の厚さは6 mm を基本とし、部材と鋼板との隙間は無収縮モルタルで充填した。なお、柱の補強鋼板の端部は、フーチングおよびはりに定着しないこととした。すなわち、この工法は、柱の曲げ耐力を増加させずに変形性能を向上させることを期待したものである。

また、高架橋の柱の鋼板補強は、同じブロック

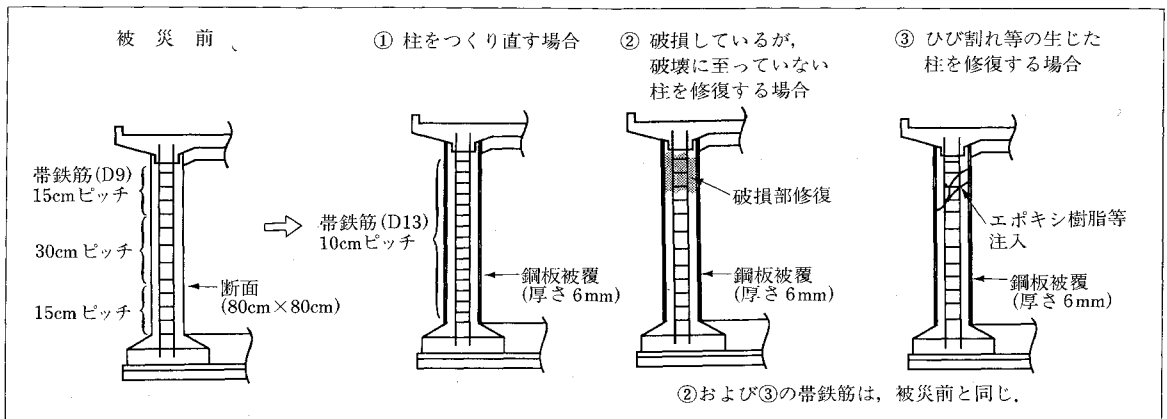


図-1 山陽新幹線等の高架橋柱の補強

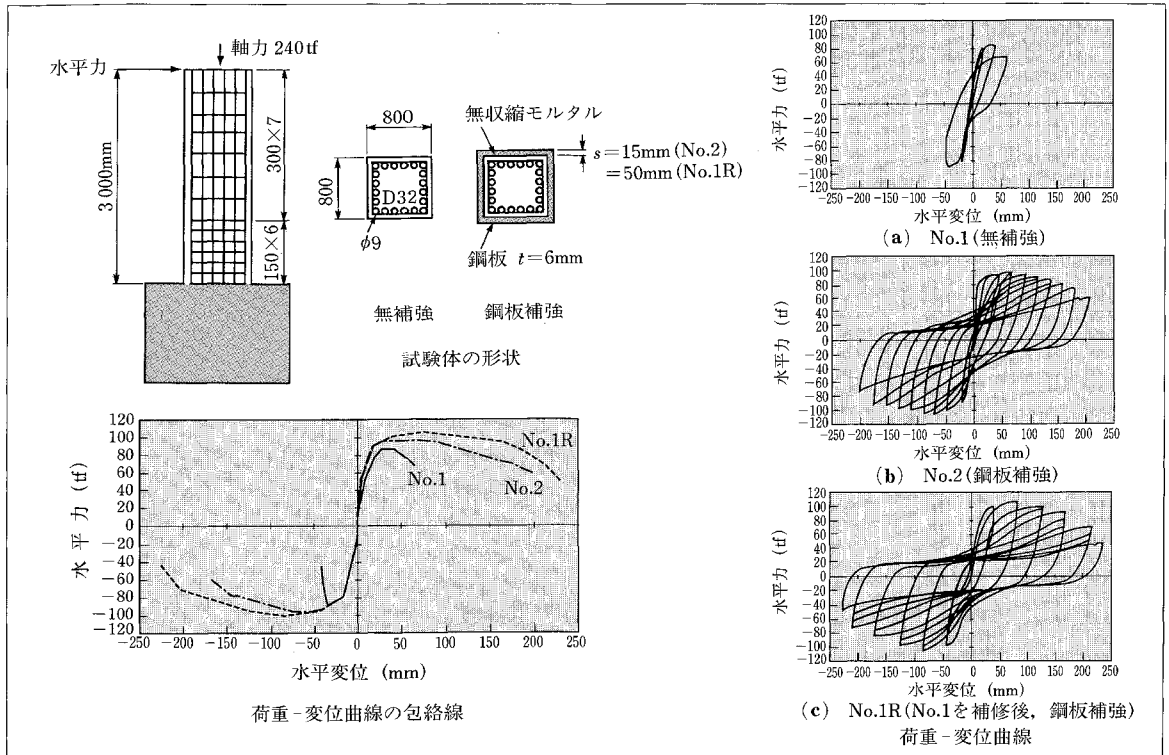


図-2 高架橋柱の鋼板補強効果

の中で被災しなかった柱を含めて、高架橋のブロック単位で行った。このほか高架橋のスラブや桁については、安全性を確認した上で可能なものについては再使用した。

鋼板による耐震補強効果

この工法は、耐震補強として過去に実績があり、試験も多く行われているが、これまでの試験は、比較的小型の模型で行われたものであった。そこで、復旧にあたって、実物大の試験で補強効果を確認した。また、補強鋼板の厚さや損傷履歴の影響なども確認するため、山陽新幹線 RC ラーメン高架橋の標準断面の柱部材および鋼板補強を行った同柱部材の耐力と変形性能の確認試験を実施した。

試験体は、図-2に示すように1層標準ラーメン高架橋の柱断面（実物大）とし、柱下端から載荷点までの高さは、柱長の1/2とした。補強鋼板は厚さ6mmとした。

試験は、無補強のNo.1、最初から鋼板補強したNo.2と、No.1R（No.1の破壊試験後、約0.2mm以上のひび割れにエポキシ樹脂を注入して、鋼板補強したもの）について行った。なお、コンクリートと鋼板との間には無収縮モルタルを充填したが、充填に際して鋼板の膨みを防止するため支保工を設置した。この支保工撤去時において、鋼板と充填モルタルに剥離が生じたが、試験はそのまま実施した。

正負水平交番載荷試験の結果、無補強のNo.1は図-2、写真-1に示すように脆性的な破壊であったが、鋼板補強したNo.2は、靱性に富んだ性能を示した。また、No.1を補修して鋼板補強したNo.1Rについても、健全な柱に鋼板補強したNo.2と同様な性能が得られた。

なお、写真-1に示すように補強鋼板は、柱の変形が進むにつれて柱下端において大きく膨らみながらも、内部コンクリートを拘束することにより、柱の変形性能を向上させている。このように

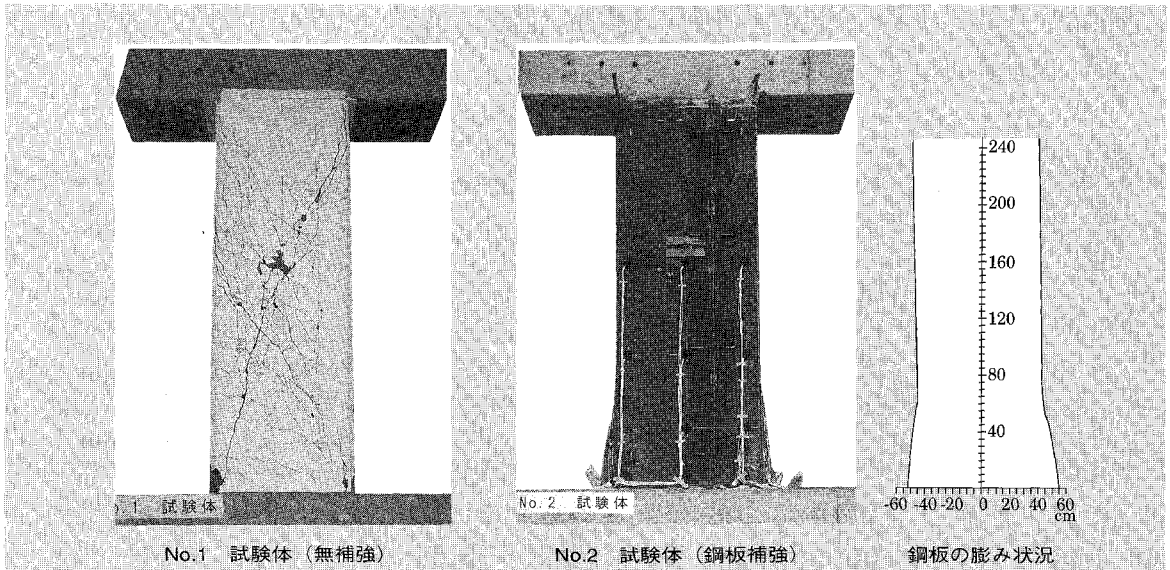


写真-1 試験終了時の状況

鋼板が変形してその機能が發揮されていることから、試験体で見られた鋼板と充填モルタルとの剝離が補強効果に及ぼす影響は小さいと考えられる。

兵庫県南部地震により被災した鉄道コンクリート高架橋柱の鋼板補強による復旧と試験による補強効果について述べたが、今回の地震による鉄道構造物の被災状況を踏まえ、現在、既存の鉄道構造物の耐震補強が実施されている。

既存のラーメン高架橋およびラーメン橋台のRC柱については、せん断力に対する安全度が曲

げモーメントに対する安全度より小さいものを優先的に補強している。補強工法は、現状では鋼板補強が多いようであるが、他の工法たとえば鉄筋コンクリート巻き立て補強、耐震壁の設置や新材料・新工法による補強なども検討されている。

なお、ここで述べた試験等は、運輸省鉄道施設耐震構造検討委員会における成果の一部である。

参考文献

- 1) 運輸省鉄道施設耐震構造検討委員会：兵庫県南部地震による鉄道施設の被災に関する調査（中間整理），1995.8