

PONTI

SORVEGLIANZA MANUTENZIONE INTERVENTI

Relazione del prof. ing. Armando Albi-Marini titolare della Cattedra di Riabilitazione Strutturale – Dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale – Università Federico II – Napoli

Consolidamento dei Ponti in calcestruzzo

Nella presente relazione vengono illustrati tre diversi interventi di consolidamento di strutture da ponte in conglomerato cementizio armato.

In tutti e tre gli esempi sono state impiegate malte e/o betoncini a ritiro compensato, con tecniche che, ormai, sperimentate da circa 40 anni, costituiscono una notevole garanzia di efficienza e di durata e quindi di massima “affidabilità” intendendo con tale termine sia il concetto di sicurezza che quello di durabilità

Recentemente si sono anche sperimentati interventi con l’impiego di fibre e resine con risultati più che soddisfacenti, ma la loro diffusione su larga scala trova ancora oggi diversi ostacoli dovuti a varie cause:

- costo degli interventi troppo elevati e quindi non competitivi;
- necessità di proteggere le resine con malte cementizie dai raggi U.V.;
- diversità di resistenza e di moduli elastici tra i due componenti fibre/resine;
- incertezza sui limiti di durabilità degli interventi;
- mancanza di normative italiane che ne regolamentino l’impiego.

Le cause che riducono la durabilità delle strutture in conglomerato cementizio armato ed in particolare i Ponti ed i Viadotti, per cui si rendono necessari interventi di consolidamento, sono molteplici:

Il ritiro del calcestruzzo, male endemico di questo materiale, inevitabile in tutte le strutture in cemento armato, è esaltato nei calcestruzzi ad alta resistenza a causa degli elevati dosaggi di cemento, e quindi in particolare nelle strutture da ponte. A causa del

ritiro si producono nelle strutture micro e macro fessurazioni che facilitano l'ingresso di acqua, umidità ed agenti aggressivi che provocano l'ossidazione dei ferri di armatura. Quest'ultima è accompagnata da aumento di volume dei ferri medesimi che espellono il calcestruzzo di copriferro con accelerazione del processo di sgretolamento e messa a nudo delle armature.

Il fenomeno di ammaloramento del calcestruzzo è molto più rapido ed evidente nelle strutture da ponte, in quanto esse sono prive di protezioni, quali intonaci, rivestimenti, impermeabilizzazioni, pitture ecc., e, nella maggior parte dei casi, sorgono in zone montane, quindi soggette a cicli di gelo e disgelo che accompagnati molto spesso all'effetto aggressivo dei sali decongelanti, che vengono sparsi sugli impalcati, riducono sensibilmente la durabilità delle opere.

Altra causa di degrado delle strutture da ponte, con riduzione dei coefficienti di sicurezza, è imputabile alle sollecitazioni a fatica dovute ai carichi alternati cui esse sono continuamente soggette.

Nella maggior parte dei casi in cui sono necessari interventi di consolidamento su Ponti e Viadotti è necessario procedere anche ad adeguare le strutture alle norme attualmente vigenti ed in particolare alla normativa sismica. Infatti la rete stradale ed autostradale italiana è stata progettata e realizzata in gran parte nel rispetto delle norme vigenti negli anni '60 mentre, successivamente (1980), furono approvate nuove norme e prescrizioni che riguardano i carichi ed i sovraccarichi sulle strutture da ponte, mentre nel 1982 si è proceduto alla nuova classificazione sismica di tutto il territorio nazionale e, di conseguenza, per molti Comuni italiani è variato il grado di sismicità o addirittura sono state considerate sismiche molte zone che prima di allora non lo erano affatto.

Il primo esempio che si illustra riguarda il consolidamento e l'adeguamento sismico di una serie di Viadotti in provincia di Campobasso, il secondo è relativo al consolidamento ed adeguamento di un Cavalcavia in località Valle del Salto sull'autostrada Roma-L'Aquila ed infine viene illustrato un intervento di riparazione di un Cavalcavia in cemento armato a fili aderenti a Telese.

Viadotti sulla S.S. n. 647 – Fondo Valle del Biferno

A seguito di un forte salto termico negativo, nel gennaio dell'anno 2000 si verificò il crollo della quarta campata del viadotto Petroianni della S.S. n. 647 Bifernina, a causa del mancato funzionamento degli apparecchi di appoggio.

Essi, infatti, costituiti da piastre metalliche a contatto tra loro, a causa dell'ossidazione del ferro, non consentivano più lo spostamento della travata rispetto ai pulvini di appoggio. Di conseguenza le sollecitazioni di trazione dovute al salto termico negativo, hanno letteralmente strappato il calcestruzzo del pulvino che, dopo essersi lesionato, si è tranciato nettamente, provocando il crollo della travata (foto 1-2).



Foto 1



Foto 2

Si ispezionarono quindi n° 44 Viadotti eseguiti nella stessa epoca e con le stesse tipologie costruttive per un totale di circa n° 160 campate constatando che la maggior parte di esse era affetta dallo stesso tipo di lesioni, più o meno accentuate, che avevano provocato il crollo del viadotto Petroianni.

Si decise pertanto di intervenire su tutti i Viadotti affetti da tali fenomeni fessurativi ed il Compartimento A.N.A.S. di Campobasso dava incarico alla Ditta

SPEA di eseguire la progettazione degli interventi di consolidamento con la consulenza e la supervisione dello scrivente.

A causa delle variate normative, come precedentemente esposto, si rese necessario anche l'adeguamento alle nuove sollecitazioni sismiche ed ai sovraccarichi previsti nella normativa del 1980 (Decreto del Ministero dei LL.PP.02.08.80) "Criteri e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e collaudo dei ponti stradali".

In particolare, nel caso in esame, si è reso necessario aumentare le dimensioni e le armature dei pulvini e delle pile. Si è anche ipotizzato di variare lo schema dei vincoli delle travate, per consentire alle stesse di poter resistere alle sollecitazioni derivanti dai nuovi carichi sugli impalcati.

Di conseguenza anche per le spalle si sono dovute aumentare le sezioni resistenti di calcestruzzo e le armature metalliche. Per quanto riguarda le fondazioni, fu affidata alla Ditta CND di Milano una serie di indagini riguardanti la costituzione geo-morfologica del suolo e le dimensioni dei pali esistenti a seguito delle quali si decise di non intervenire sulle fondazioni in quanto esse erano state progettate e realizzate con ampi margini di sicurezza che hanno garantito il soddisfacimento delle relative verifiche.

Notevole impegno, sia in fase di progettazione che di realizzazione, è stato richiesto, per consentire durante i lavori di consolidamento di assicurare lo svolgimento del traffico su carreggiate ridotte, attesa la notevole importanza della strada interessata dai dissesti ed il volume di traffico che essa quotidianamente è chiamata a smaltire.

Si sono quindi realizzati in opera elementi metallici (travi a doppio T) idonei a sostenere le travate, sollevate dai pulvini di appoggio per tutta la durata dei lavori. Affidando le opere di consolidamento a cinque diverse Imprese, si è riusciti ad aprire al traffico l'intera strada dopo circa un anno dall'inizio dei lavori.

Cavalcavia Valle del Salto – Autostrada Roma – L'Aquila

Tale opera sorge in una zona, che nei mesi invernali è particolarmente fredda, dell'Autostrada Roma-L'Aquila-Teramo. I già citati problemi di fessurazione del

calcestruzzo legati ai cicli di gelo e disgelo e l'ossidazione dei ferri di armatura aggravata dall'aggressione dei sali decongelanti sugli impalcati, nel caso in esame sono particolarmente presenti.

Di conseguenza sia le travi che le solette in calcestruzzo risultavano profondamente deteriorate. Effettuato il calcolo nel rispetto delle attuali normative, si rendeva necessario un leggero incremento delle sezioni in calcestruzzo e delle aree metalliche. L'aumento dello spessore della soletta ha consentito un corrispondente aumento del braccio della coppia interna per cui si sono dovute incrementare soltanto le armature lente, non intervenendo sui cavi di precompressione anche perché non erano stati ancora raggiunti dall'ossidazione che invece aveva interessato prevalentemente le superfici esterne più esposte del conglomerato cementizio armato (foto 3).



Foto 3

Al fine di potere intervenire anche in corrispondenza dei traversi di testata modificando le sedi degli appoggi per adeguare le stesse alla normativa sismica, si sono dovuti sollevare gli impalcati costituiti da travi semplicemente appoggiate agli estremi e riposizionarli dopo avere effettuato gli interventi di consolidamento. Durante

i lavori di ripristino si è dovuto limitare il transito degli automezzi su una sola carreggiata.

Cavalcavia di Telese – S.S. 372 Telesina

Anche se questo esempio riguarda un'opera di dimensioni modeste, esso, sotto certi aspetti, può ritenersi particolarmente interessante soprattutto per la sua originalità

Il cavalcavia in questione, costituito da travi semplicemente appoggiate alle estremità su due spalle oblique rispetto all'asse stradale, aveva subito gravi danni a seguito del transito di un camion su cui era montato un mezzo di cantiere con la pala emergente oltre la sagoma consentita per il transito al disotto del cavalcavia. A seguito dell'impatto, si è verificato lo sgretolamento del calcestruzzo ed il tranciamento di numerosi cavi di precompressione. Anche se alcuni autori ritengono che, in casi analoghi, sia da sconsigliare l'intervento di consolidamento, preferendo la demolizione totale dell'opera e la sua ricostruzione "ex novo", già verso la fine degli anni '60 lo scrivente eseguì il primo intervento di consolidamento di travi a fili aderenti per il ripristino strutturale del Cavalcavia di Letoianni sull'Autostrada Messina-Catania danneggiato a causa di un identico evento.

In quella circostanza l'intervento risultò molto più semplice in quanto era possibile accedere alle testate e di conseguenza bloccare, in corrispondenza di esse, piastre metalliche idonee all'ancoraggio dei cavi di precompressione che era necessario aggiungere in sostituzione di quelli tranciati. Nel Cavalcavia di Telese ciò non è stato possibile dal momento che le testate delle travi erano perfettamente aderenti alle spalle e non era consentito l'inserimento di piastre di ancoraggio per mancanza di spazio utile.

Si è pertanto ritenuto di potere egualmente aggiungere i cavi di acciaio necessari per sostituire quelli tranciati adottando una diversa tecnica di ancoraggio dei cavi medesimi alle piastre di testata necessarie per la pre-tensione.

Si sono quindi realizzate piastre opportunamente sagomate (foto 4 e 5) fissate al disotto delle travi, in prossimità delle testate, bloccando le stesse al corpo delle travi



Foto 4



Foto 5

mediante bulloni passanti. Si è avuto cura che tali piastre non si deformassero, all'atto della tesatura dei cavi, disponendo altre piastre simmetriche in opposizione alle stesse e distanziandole tra loro con opportuni spessori metallici dimensionati in modo tale da ottenere il necessario momento di inerzia dall'accoppiamento delle due piastre. All'atto della tesatura dei cavi si è verificata la prevista controfrecchia al lembo inferiore di ogni trave e successivamente i cavi di acciaio sono stati inglobati in uno spessore di malta a ritiro compensato la cui tensione specifica di aderenza al calcestruzzo pre-esistente è tale da garantire la monoliticità del ringrosso e fugare ogni pericolo di distacco. L'aumento di altezza delle travi, e quindi la riduzione del franco utile al disotto dell'impalcato, è stato molto contenuto, tanto da essere facilmente assorbito da una lieve rimodellazione della sagoma stradale. Le successive prove di carico hanno confermato la riuscita dell'intervento che è risultato più che soddisfacente.

prof. ing. Armando Albi-Marini

Napoli, 15 gennaio 2004