

新しい橋梁技術

New bridge technology

川田建設(株) 代表取締役社長
KAWADA CONSTRUCTION CO.,LTD. President

多田 勝彦
Katsuhiko TADA



鋼とコンクリートの特性を組み合わせた複合構造として、川田工業が独自技術で開発したプレビーム合成桁が昨年 1000 件の実績を達成しました。これは、設計施工指針の発刊やプレビーム振興会の設立など、開発以来 40 年有余の多くの先輩技術者のご支援と川田工業技術陣の不断の努力の結果だと思えます。これこそ蘇洵の「巧みの成るは、成るの日に成るに非ず、蓋し、必ず由りに起こるところあり」の言葉通りと思えます。

川田建設もこのような技術を継承し、PC 構造と鋼構造を組み合わせた複合構造橋梁の設計・施工の技術開発に積極的に参加しており、また川田グループの鋼橋技術と PC 技術を保全補修事業グループに取り込むことにより市場の拡大を図っております。

新しい市場として、PC 橋梁のプレテン、プレキャストセグメントおよび床版などで培ったコンクリート生産技術を生かした高強度コンクリート構造も着実に実績を上げ、すでに圧縮強度 70N/mm^2 のコンクリート製造技術は確立しており、さらに $120 \sim 150\text{N/mm}^2$ の超高強度コンクリートへのグレードアップを目指しております。これらの実績と課題について一端を述べたいと思えます。

複合構造橋梁の取り組み

当社においては数種類の複合構造橋梁の設計および施工を進めております。一つは八ッ場ダムに架かる鋼・コンクリート複合トラス構造を有する橋長 590m のエクストラードロード橋で、国内初の構造形式です。また、第二東名高速道路においては、張出し架設工法による朝比奈川橋があり、国内では最大スパンを有するストラッド形式の波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋です。さらに、川田工業との JV である大代川橋は、鋼二主 I 桁と PC 三主桁版を連結させた混合構造橋であり、また、最近受注した永田橋は、外ケーブル、鋼管パイプおよびコンクリート床版からなる複合スペース

トラス橋であります。

当社の複合構造技術は、コンクリート内に鋼部材を埋設する工法から始まり、ラーメン橋やアーチ橋に適用されてきましたが、根底にはプレビーム合成桁のように“鋼材にコンクリートを巻き立てることにより合成効果を高める”という考えがあったように思われます。その後、時代の流れとして混合構造が採用されはじめ、本州四国連絡橋の生口橋や多々羅大橋といった複合斜張橋へと発展していきました。混合構造は、1つの橋梁で鋼とコンクリート構造を合理的に用いることにより、経済的な構造物を実現するもので、地形の関係上アンバランスなスパン長を有する斜張橋や連続桁などに採用されてきました。

一方、NEXCO では波形鋼板ウェブ PC 橋の開発が進み、ここ十数年建設が急激に増加し、すでに 100 橋以上の施工実績があります。当社では第二名神高速道路の鍋田高架橋で初めて施工して以来、すでに 10 橋以上手がけておりますが、時代と共に断面構造が進化し、経済性から最近では箱断面を小さくし、張出し床版部をストラッドで支持する形式に変化しております。最近施工がはじまった霞川橋では、波形ウェブ橋にリブ付き床版が採用され、最新の技術が導入されております。

さらに、波形鋼板ウェブ橋の開発と同時に、コンクリート箱桁橋を軽量化することを目的として、ウェブに鋼管パイプを使った PC トラス橋の開発が行われてきました。この技術は国交省や NEXCO で採用され、数橋の実績がありますが、いずれも桁橋であり、今回の八ッ場ダム 2 号橋では、さらに進んだ技術としてエクストラードロード橋に発展しております。受注後は当社の技術研究所において実物大の半分の供試体模型実験が行われ、国総研、海洋架橋・橋梁調査会および八ッ場ダム工事事務所から成る技術検討会が開かれてきました。

永田橋の鋼管を用いたスペーストラス橋は、さらに軽量化を図った構造であり、究極の橋梁形式と言えます。これはスイスのルーリー高架橋やフランスのロワーズ橋がモデルで、国内では初めての実績となります。

橋梁技術は常に進歩を続けており、美しい構造や軽量化さらに耐久性や経済性の追求がなされており、このような時代の要求を実現化するには、複合構造は最適であると思われる。このためには、鋼とコンクリートの新しい合理的な組み合わせ、あるいは高強度コンクリートを利用した複合構造の技術開発が望まれます。

保全事業の課題

ここ数年、保全部門は、鋼橋、合成桁橋およびプレストレストコンクリート橋など橋梁全体の上部工補修補強工事を主体として行ってきました。一方では、河川内の橋脚耐震補強工事、護岸工事および解体工事など土木を中心とした工事をも手がけてきました。

PC橋の本格的な補修補強工事は、建設後30年程度経過後すでに塩害やアルカリ骨材反応(ASR)により劣化した北陸自動車道路橋で大規模に行いました。塩害による劣化構造物に対してはウォータージェット装置によるはつりと断面修復、またASR劣化構造物に対しては、樹脂注入や水分をシャットアウトする表面被覆を行ってきました。また、ゲルバーヒンジ構造の支承部損傷が顕在化した橋梁においては、外ケーブル工法により全径間を連続桁構造に変更し、それに伴う上部工や下部工の補強を行いました。

昭和30年から40年代前半に建設された鋼橋や合成桁橋では、床版劣化、支承の損傷や腐食、鋼橋の疲労き裂など緊急を要するものが増えております。床版工事では、過去に鋼板接着や縦桁増設、断面増厚による補強があり、最近では、取り扱いが簡単な炭素繊維シート接着工法による床版工事も実施してきました。また、過去に補強履歴のある合成桁の床版を撤去して鋼・コンクリート合成床版であるSCデッキを用いて打ち換え工事を行った例があります。

しかし最近、特に鋼床版や鋼製橋脚隅角部の溶接部に亀裂が発生する疲労の問題が目目され、補修補強工事が増大しております。鋼床版の補強対策としては、亀裂の進展を防止するストップホールや発生応力を低減するための補強板の取付けおよび鋼床版上に鋼繊維補強コンクリートを打設するなど、すでに数現場で実施してきております。鋼製橋脚の疲労対策補強では亀裂部に鋼板を取り付ける当板工法や隅角部の応力集中を低減するブラケット方式の工事を行ってきましたが、今後さらに新しい方法が改良開発されるものと思われます。

今期から社内の保全部が本格的に稼働しますが、当社の強みはPC橋と鋼橋の両分野においてかなり広範囲な工事の経験があり、しかも川田グループとして鋼橋の高い保全技術を有していることであります。当社は、過去において

国土交通省や首都高速道路会社の補修補強工事で培ってきた高い技術力と施工能力を有しており、この分野においては多数の表彰を受賞しております。今後、維持補修工事が増大することは疑う余地はありませんが、この分野では競争が激しく、どうしても工事採算性の問題を避けて通ることができません。このためには、コスト低減のための施工法の知恵、地道な技術開発そして現場のマネジメントなど総合的な対応が求められるところであります。

超高層集合住宅 — 超高強度コンクリート

高強度コンクリートは、高層建築物の柱を細くしたり、はりの長スパン化を目指して技術開発が行われていました。1970年代の建物では強度が30N/mm²のコンクリートが使われていましたが、その後80年代では48N/mm²、90年代では100N/mm²そして現在では150N/mm²以上の超高強度コンクリートが実用化され、高さ204mの超高層集合住宅の建設が実現されています。

高強度コンクリートの製造は、水セメント比を小さくし、高性能混和剤を添加することにより施工性を良くすることが基本です。強度が60N/mm²程度までは普通セメントで対応できますが、これ以上の強度となるとセメント量が増大するため、品質上コンクリート硬化時の水和熱を抑制する必要があります。そのために低熱セメントや中庸熱セメントなどが用いられます。しかし、これも80N/mm²~90N/mm²が限界で、さらに、強度が100N/mm²~150N/mm²程度を目指すとなると、強度発現は当然ですが、さらに練り上がりコンクリートの流動性を良くすることが課題となります。それに対しては、低発熱系のセメントにシリカフェュームをミックスした材料が効果的であり、最近では流動性を良くするための比表面積が大きいシリカフェュームも開発されています。

現在の高層マンションは、工期短縮やコスト低減を図るため、高強度コンクリートのプレキャスト部材による施工が主流になっており、強度が60N/mm²~90N/mm²ものが多用されております。将来的には、さらなるコンクリートの高強度化が進められ、適用される構造物も益々多様化されて行くものと思われます。

当社の那須工場においては、強度が70N/mm²の建築柱部材の製作実績があり、さらに大手ゼネコンとの共同で120N/mm²~150N/mm²級の高強度部材の製造技術の開発を進めています。

今後も公共事業の縮小に伴い激しい競争が続くものと思われませんが、市場において有利な展開を図るには得意な分野を強化し続ける必要があります。そのためには新しい技術の開発と高度なマネジメントの研究が不可欠と考えております。

当社においては、これを目標にして地道に努力する所存でございます。