

コンクリート構造物の補強

はじめに

構造物の劣化が進行して過大な変形や振動が生じたり、活荷重の増大や耐震基準の改訂によって構造物の安全性や機能が確保されないと判定された場合には、耐力や剛性等の力学的性能の向上を目的とした対策が必要である。ここでは、このような対策を補強と定義する。今回は、前回の補修に続き、現在各方面で行われているコンクリート構造物の補強工法についてその概要を示す。

補強の種類

図1に力学的特性の向上を目的とした補強工法の分類を示す。力学的特性の向上には、部材の耐力や剛性を直接高める工法と、部材を増設して構造系を変更することにより、発生する断面力を低減する工法とがある。

補強に用いる材料としては、鉄筋や形鋼、鋼板、P C 鋼線等の鋼材、コンクリートやモルタル、炭素

繊維やアラミド繊維等の連続繊維およびプレキャスト部材等がある。

また、接着工法や巻立て工法は既設部材の表面を覆うため、表面被覆としての補修効果も期待できる。さらに、プレストレスの導入によってひび割れ幅が小さくなる場合もあり、補強によって構造物の耐久性を同時に向上させることも可能である。

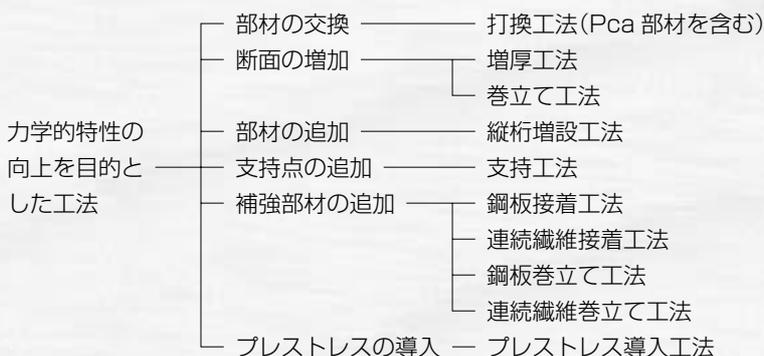
鋼板・連続繊維接着、巻立て工法

接着工法は、コンクリート部材の表面に鋼板や炭素繊維、アラミド繊維等の連続繊維シートを接着し、部材耐力を向上させる工法である。柱や床版、桁の補強に用いられ、部材厚が数 mm ~ 1 cm 以下と小さく補強後の部材断面がほとんど大きくならないため、建築限界や河積を阻害しないといった長所がある。ただし、剛性の向上には大きく寄与しないため、変形や振動を小さくする効果はあまり期待できない。また、巻立て工法として橋脚の耐震補強にも使用される。

炭素繊維やアラミド繊維等の連続繊維は、鋼板に比べて高強度、高耐久、軽量等の特徴を有しており、人力による施工が可能であるため、重機作業が困難な狭隘箇所や高所での施工に適している（次頁写真1）。

補強材の接着には主にエポキシ樹脂が用いられるが、鋼板巻立ての場合にはエポキシ樹脂に代わって厚さ30mm 程度の無収縮モルタルや高流動モルタルが打設

図1 補強工法の分類



される場合が多い。

増厚、巻立て工法

増厚工法は、コンクリート部材の表面に鉄筋を組んでコンクリートやモルタルを打設し、耐力および剛性の向上を目的とする工法である。また、巻立て工法として橋脚の耐震補強にも使用される(図2)。ただし、補強厚が5~20cm程度と大きいため、建築限界や河積を阻害する場合がある。また、設計時には、部材の自重が増加するため基礎への影響について検討が必要であるが、床版の補強に用いる場合は50mm程度の増厚であるため、自重による影響は小さいとして増厚後の応力照査を省略している。

コンクリートやモルタルの打設方法としては、型枠を組む方法、吹付け、コテ塗り等があるが、いずれの場合も、既設部材と一体化させるために打継ぎ処理を入念に行うことや、増厚したコンクリートやモルタルにひび割れが発生しないようにする必要がある。

具体的には、既設コンクリート面の表面処理やアンカー筋の設置を行い、界面での付着を確保する。ここで、セメント系の材料を打継ぐ場合には、材料の水分が既設コンクリートに吸水されて界面はく離を生じやすいため、打継面を湿潤状態にしておくか、吸水を防止する塗料を塗布するなどの対策が必要である。

また、ひび割れ防止策としては、ひび割れ防止筋を適切に配置するか、打設後の急激な乾燥収縮を防ぐために湿潤養生や養生剤の塗布を行うことなどが挙げられる。

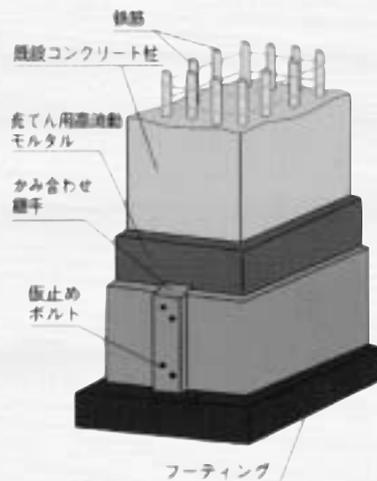
部材増設工法

部材増設工法は、既設部材の間に新たな部材を増設し、支間を短くすることによって断面力を低減す

写真1 炭素繊維シート接着による床版の補強



図2 鋼板巻立て工法



る工法である。

橋梁では、主桁と主桁の間に縦桁を増設して床版の支間を短くする場合に用いられる。また、部材の間に新たな柱や橋脚を設置した場合には支持工法となる。

設計時には、補強前は圧縮領域であった箇所が部材の増設によって引張領域になる場合があるため、これらの箇所に対する応力照査が必要である。一方、耐震補強では柱間に壁やブレース、フレーム等を増設して柱の変形を抑えるとともに耐力を高める工法もある。

写真2 プレストレス導入工法



プレストレス導入工法

プレストレス導入工法は、既設部材にP C鋼材を配置してプレストレスを導入し、部材の耐力および剛性の向上を目的とする工法である。プレストレスの導入によって死荷重による断面力を低減することができる。ケーブルの配置の仕方により内ケーブルと外ケーブルに分類される。

内ケーブルは、増厚と併用する場合はケーブルを増厚する断面内に配置するが、増厚を行わない場合は既設部材内にケーブルを配置するために削孔が必要となる。

一方、外ケーブルはケーブルが外部に露出するため、ケーブルをポリエチレン管で被覆して防錆処理を行ったり、ケーブルに耐食性のF R Pを用いる等して防食対策を行う必要がある。実績としては施工の簡便さから外ケーブルが桁や梁の曲げ補強に多く用いられている（写真2）。

設計時には、既設部材にプレストレスによる圧縮力が作用するため、コンクリートが十分な強度を確保しているか否かを照査する必要がある。

打替工法

劣化が著しい場合や補強のみでは部材の耐力や剛性が回復できないような場合は、既設の部材を撤去して新たな部材を構築する打替工法が用いられる。

新たな部材は現地で鉄筋を組んでコンクリートを打設する場合や、工期を短くするために工場等で製作されたプレキャスト部材を設置する場合もある。また、荷重を低減するために鋼製やF R P等の軽量な部材に変更する場合もある。

打替工法は、部材が新設時の性能を回復できるという点が特徴であるが、施工期間中は構造物の供用を規制しなければならないことや、工期、経済性等について検討する必要がある。

おわりに

橋梁や高架橋に対する耐震補強やB活荷重に対する補強は、現在まで各方面で行われている。しかし、劣化した構造物に対する補強が行われている事例は比較的少ない。これは、補強を行わなくてもよい状態、すなわち補修で対処できるレベルで構造物が適切に維持管理されていることを意味している。しかし、適切な維持管理が行われていないために、腐食による鋼材の断面欠損や破断等が生じている場合には補強が必要となる。また、現状では補強が必要ないと判断される場合でも将来的には補強が必要になる場合もある。

これまで4回にわたってコンクリート構造物の劣化、調査、補修、補強について述べてきたが、最も重要なことは構造物をいかに適切に効率よく維持管理するかということである。

そのためには、長期的な維持管理計画を策定し、補修で対応するのか、補強まで行うのか、また解体して更新するのも視野に入れて早期に取り組むことが必要である。

【参考文献】

○『土木技術』（土木技術社、第55巻第8号、2000年8月）