

## 第 20 章 維持及び修繕作業

### § 378. 概 説

現今の標準示方書に従つて設計施工した鉄筋コンクリート構造物は、耐久的であつて、維持修繕の費用が尠いことは事實であるけれども、維持修繕を要しないと云ふのでは決してない。鉄筋コンクリートに対する吾人の智識の不足な處も澤山あり、設計施工も仲々理想通りには行はれないから、鉄筋コンクリート構造物は、腐蝕、分壊、等の天然的の被害にたいして之を保護するのみならず、偶然的である、洪水、洗掘、地震、火災、等の被害にたいして相當な維持修繕を行ひ、鉄筋コンクリート構造物の耐久性を發揮させることが極めて大切である。

一般に、維持は、構造物を使用しつゝある間に行はれる作業であり、修繕は、比較的長時間を要し、構造物の使用を一部又は全部中止して行はれる作業であるが、維持と修繕とをはつきり區別することが出来ない場合も尠くない。區別は程度の問題で、作業方法は、兩者ともほぼ同じである。

鉄筋コンクリート構造物の維持及び修繕作業は、新らしく構造物を建造するよりも、餘程むづかしい點があり、材料及び施工について、特殊の技能を要するものである。

構造物の設計を誤つて居つたとか、材料及び施工が頗る粗悪であつたとか、天災であるとか、言ふ様な特別の場合のほかは、コンクリートが腐蝕又は破損したが爲に、構造物全体の改築を必要とする様なことは、比較的稀である。例へば、橋臺、橋脚、等が過大な荷重を受けてコンクリートの壓縮強度が不足し、破壊の傾向を示し、一見改築が必要であると思はれる様な時でも、橋梁を支承する部分を適當に補強して荷重の齊等な分布を得させるとか、一部分を鉄筋コンクリートで包むとか、モルタル注入を行ふとか、言ふ様な修繕工事で、改築をせずすむ場合も尠くない。

鉄筋コンクリート構造物の修繕作業をするには、先づ、腐蝕、破損、等の状態を検査し、それから其の原因を研究し、被害の原因を除去して、構造物を使用に耐へる様に復舊すると云ふ順序によるのである。

### § 379. 検 査

構造物の被害を検査する前に、其の構造物の設計、及び、施工の状況、等につき、出来る

だけ詳細な調査が必要である。

鉄筋コンクリート構造物の被害を検査する時期は、雨の後で、排水孔からまだ水が出て居り、幾分乾いたコンクリート部分がある様な時が適當である。凍結融解の起る時期は、コンクリートの破損が最も明瞭に見えるから、甚だ都合がよい。

現場に於て探究すべき徴候は、

- (1) 蝕刻、剝落、等の生じた位置及び状態、
- (2) 龜裂の位置、大きさ、及び、龜裂に沈澱物があるか否か、
- (3) 構造物の内外に於ける沈澱物の位置及び色、
- (4) 骨材の割れ又は腐蝕、
- (5) コンクリートの色、組織、硬さ及び音、
- (6) コンクリート面の吸水性が大きいか否か、
- (7) 伸縮縫目の状態、
- (8) 被害が構造物に及ぼす影響の程度、
- (9) 破損の直接の原因と破損が起つたために更に起つた第二次的の原因、

等であつて、是等を解明するには、非常な經驗と熟練した觀察とが必要である。

外觀が悪くなつて居ることは、必ずしもコンクリートが害を蒙つたと言ふ證據ではないが、注意を要することを示すものである。

一般に、表面丈を検査したのでは、コンクリートのほんとうの状態はわからない。表面の薄い剝脱は、外觀を悪くするけれども、深くなれば、大した害はない。薄い剝脱の下に粉の様な薄層があり、其の 25 mm 位下では、完全なコンクリートであることもある。斯の如き場合は、表面丈を修繕すればよい。

腐蝕の大體の深さを知るには、鑿の類で表面の一部をはがしてみるのも一方法である。此の時、鑿を打つた時の音で、完全なコンクリートに達したか否かが判かる。

金槌でコンクリートを敲き、其の音と、指先に傳はるコンクリートの振動の感じとで、コンクリートの状態を知ることが出来る。之は簡單で便利な方法である。澄んだ金屬的の音は、コンクリートが完全であることを示し、空虚な音は、コンクリートが浮いて居ることを示し、鈍い音は、コンクリートが腐蝕して居ることを示す。近來、コンクリートを敲いた時の音の振動を音叉で測つて、コンクリートの壓縮強度を求めることも試みられて居る。

フェノールフタリンの 3% のアルコール溶液をかけ、赤色を呈しない時は、コンクリートがアルカリ性を失つて居ることを示す。コンクリートがアルカリ性を失つた時、コンクリートは死んで居ると考へてよい。

鉄筋がコンクリート中で錆びないのは、コンクリートのアルカリ性によるものであるから、コンクリートがアルカリ性を失へば、鉄筋は腐蝕し始め、鉄筋が膨脹して、コンクリートを破壊し、従つて鉄筋コンクリートが破壊することになるのである。

§ 469 に述べてある様に、構造物からコンクリート コアを切取つて、各種の試験を行ふことが必要なこともある。

### § 380. 被害の原因

構造物の被害の徴候の検査及び各種の試験の結果から、被害の種類及び原因を判断し、之に對する處置を決定する。之が爲には、先づ、被害が、材料としてのコンクリートにあるか、構造物としてのものであるか、又は、以上の兩者にあるか、を決定しなければならない。此の判断を誤れば、正當な修繕作業を行ふことは望み難い。

例へば、排水が悪かつた爲にコンクリートが水で飽和され、凍結融解の繰返しによつてコンクリートが腐蝕した時、此の部分除去し、新らしくコンクリートを填充する修繕をしても、單に被害を他の部分に移すに過ぎない様なものである。

被害の原因が材料としてのコンクリートにあるとして、其の原因が、機械的作用によるものであるか、化學的作用によるものであるか、を知らなければならない。コンクリートの材齢及び腐蝕の速度についても、考へなければならない。材齢が數年でひどく腐蝕したものは、材齢が數十年で同程度に腐蝕して居るものよりも、重大な被害であることは明白である。それで、多くの場合、修繕が必要であるか否かは、コンクリートが腐蝕する速度にも關するものである。

コンクリートを腐蝕させる原因の主なもの、水の侵入すること、水がセメントの一部を溶解して流去すること、コンクリートに接する水が有害な酸、アルカリ、等を含み、セメント又は骨材を破壊すること、嚴寒の際にコンクリート中の水分が凍結融解すること、等である。依つて、水がコンクリートに出来るだけ接觸しない様にする、若し水がコンクリートに侵入したら容易に流出する様にする、等が、コンクリート構造物の維持修繕に關して最も大切である。従つて、排水をよくし、適當な防水工を行ふことが、コンクリート構造物の修繕作業の大切な手段となる譯である。

被害が構造物としてのものであるならば、荷重状態、基礎、溫度變化、排水、其の他の事項について、考慮しなければならない。普通に起る、構造物としての破壊は、洗堀による基礎の移動、過分の荷重を受けること、大きい衝撃作用を受けること、設計に於て豫期しない應力が働くこと、等である。

實際問題として、鉄筋コンクリート構造物の破損は、一つの原因のみによることは尠く、多くの原因が重なつて居るのが普通であるから、原因の判断については、主要な原因と第二次的原因とを、出来るだけ、はつきり區別することが必要である。之が維持修繕に於て、材料の性質、設計及び施工に就いて、非常な智識と經驗とを必要とする所以である。

### § 381. 修繕作業

被害の原因の判断がつけば、此の原因を除去し、復舊に對する處置を決定することが出来る。然し、其の處置は、場合場合によつて非常に異なるものであつて、一時的の修繕を行ふ場合もあり、根本的の修繕を行ふ場合もある。

修繕に使用する材料、例へば防水工に使用する材料、に就いては、効果が確實でないものもあり、まだ吾人の智識が及ばないものもある。其の上、經濟的問題も考慮しなければならないので、方法、手段が、場合場合によつて一層異つて來るのである。依つて、總ての狀況に對して最善である一つの方法は無い。或る場合に適當な材料や方法は、他の場合に對して全く不成功に終る場合もあるのである。

コンクリートの修繕作業は、便宜上、次の様に分類することが出来る。

- (1) 細部の改造
- (2) 表面の處理
- (3) 防水工
- (4) 龜裂の填充及びコーキング
- (5) パッチング
- (6) モルタル塗り
- (7) 置き換へ
- (8) 包圍工

是等は、例へばコーキング及び表面の處理が防水工の一手段である様に、重複して行はれることが多い。

### § 382. 細部の改造

雪の多い地方に於ては、構造物に於ける水平面をなるべく避ける様にするのが適當である。之は、高欄や、笠石、其の他の比較的小さい断面の部材の場合に殊に大切である。橋脚其の他の頂面の勾配は、之を急にして、早く排水し、出来れば、上部構造の持出しにより、橋脚其の他を保護し、氷雪の溜るのを出来るだけ防ぐのが適當である。

氷雪の多い地方に於ては、伸縮継目を出来る丈け防水的にすること、之を適當に保護すること、が肝要である。

### § 383. 防 水 工

コンクリート面の風化を保護する目的で、他の材料で被覆する塗布工には、ペンキ塗りからグナイト工まで、種々の種類があり、其の効果についても大分差がある。

風化によるコンクリートの腐蝕に対するペンキ塗りは、効果が永續しないので、時々塗り直さなければならない不利がある。それで、特別の場合の外は用ゐられない。

セメントモルタルの塗布工については、§ 341 に述べてある。之は、適當な條件に對しては有効な防水工であるが、熟練工でないと成功がむづかしい。

パラフィンの塗布については、§ 345 に述べてある。之の効力は、數ヶ月程度と考へてよい。

鐵粉の使用に就いては、§ 343 に述べてある。鐵粉は、モルタル塗り又はパッチングの際の混和材として使用される。成功したものもあるが、有効でなかつた例もある。種々の事情によつて効果が異なる様である。

アスファルト又は之に類似のものの塗布工については、§ 344 に述べてある。

防水膜工については、§ 348 乃至 § 353 に述べてある。

アスファルト マスチックによる防水工に就いては、§ 354 乃至 § 356 に述べてある。

グナイト工に就いては、§ 245 乃至 § 249 に述べてある。

### § 384. 龜裂に於ける防水

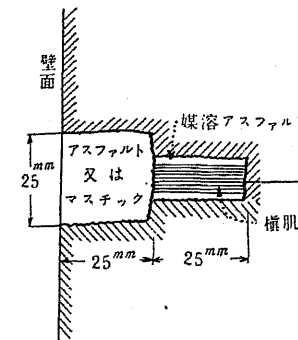
薄い壁などに於ける収縮龜裂の様に、其の幅が小さく、數の多いものである時には、龜裂の防水として、セメント糊を塗布すること、セメント糊をコンクリート表面に沿つて永い時間流すこと、セメントを振りかけること、等が有効である場合が多い。生のあまに油 (raw linseed oil) の塗布は、かなり有効である。

打継目又は構造物としての原因による龜裂からの漏水は、殊に水に壓力がある時、之を止めることが、非常にむづかしい。防水すべき継目又は龜裂に於て、構造物の移動がある時は、一層むづかしい。斯の如き場合に對する處置として、コーキング (caulking) 又はグラウト工などが用ゐられる。

龜裂が構造物としての原因によるものであり、幅が相當に大きく、數が尠い時には、溝を掘り、之にコーキングを行ひ、其の上にアスファルト マスチック又はモルタルを填充するのが有効である。コーキングは、水の壓力が大きい時にも、利用出来る。

コーキングを行ふには、先づ、漏水を出来る丈け他に導く手段を講ずる。次に、龜裂又は継目の所に溝を掘つて、十分掃除する。溝の掘り方の 1 例は、第 158 圖の如くである。

第 158 圖



コーキングには、普通、横肌を用ゐる。横肌をコーキングする前に、溝の底に少しのアスファルトを入れるか、又は、横肌を 2 層に使用し、間にアスファルトの薄層を入れることもある。此の時には、アスファルトをなるべく少量使用することが大切である。殊に、コーキングの上にマスチックを填める時にそうである。餘計のアスファルトを用ゐると、暑い時にアスファルト油が表面に侵出して、マスチック

とコンクリートとの結合を弛めるからである。

時としては、麻繩、又は、麻繩と麻繩との間に粘土を入れるコーキングを行ふこともある。

コーキングを終つたら、表面に近い部分に、普通、マスチック、を填充する。ゴムとアスファルトとの混合材もあるが、値段も高いし、べたべたする缺點がある。練返し of 硬練りモルタルを填充することもあるが、此の部分に於て、構造物の移動が考へられる場合には、モルタルの填充は効果がない。

コーキングにより 1, 2 回は不成功に終ることがあるにしても、熟練した職工が忍耐強く施工すれば、遂には成功するものである。

以上の方法は、凍結作用を受けない時には効果があるが、凍結作用をうける場合の龜裂又は継目に於ける防水をするには、水が入り込むことを止めるより仕方がない。

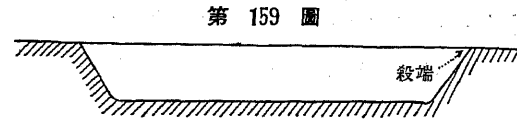
大きい壁の打継目其他からの漏水を防ぐには、グラウチングを應用することが出来る。

### § 385. パッチング

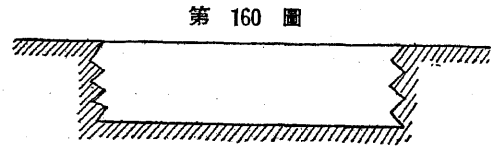
パッチングと言ふのは、破壊したコンクリートの小面積又は小容積を、新しいコンクリートで置き換へることである。深さが小さく廣い面積のパッチングは、塗布工となる。約 25 mm 位の厚さのモルタル塗布工でも成功することは出来るが、餘程熟練した作業手でないと失敗するから、出来れば、塗布工は之を避けるがよい。パッチング工に於ては、之を行ふべき場所の適當な準備、舊コンクリートと新コンクリートとの密着を確實にすること、新コンクリートの収縮を最小にすること、十分な養生をすること、等に注意しなければならない。

#### (1) 準 備

先づ、腐蝕したコンクリート又は弛むだコンクリート全部を切取り、切取りの縁は、コンクリート表面に垂直に切るか、又は、幾分下斜りにする。深さは 25 mm 以上とする。第 159 圖の



第 159 圖



第 160 圖

様な殺端(ソギバ)は、之を避けなければならない。殺端を造ると、こゝからじきに剝脱する。それで、第 160 圖の様に切取るのが適當である。

廣い面積を粗にするには、石工の鑿で、7.5 cm 乃至 10 cm の間隔に溝を縦、横に掘る。然れば、其の間の

コンクリートを容易に剝取ることが出来る。切取つた部分に鐵筋があれば、新舊コンクリートの結合を確實ならしめるに甚だ有效であるから、十分利用するがよい。新舊コンクリートの密着を確實にするため、又は、パッチングのコンクリートに引張又は剪斷應力が働く時、之に抵抗する目的で、特に鐵筋を使用することもある。鐵筋としては、棒鋼の代りに、鐵網も用ゐられる。鐵筋の斷面積は、新コンクリートの平均斷面積の 0.3% 以上とし、構造物の縁端の部分のパッチングをする時には、此の部に於けるコンクリート斷面積の 0.6% 以上とする。

鐵筋を碇着するには、コンクリートに孔を穿つて、之に鐵筋を挿入して碇着することもあり、先づ碇着ボルトを碇着し、之に鐵筋を重ね合せて繼ぐこともある。鐵筋又は碇着ボルトと舊コンクリートとの間隙には、セメントモルタルを敲いて詰込むか、又は、グラウトする。此の際、之を行ふ 1 時間以前に、舊コンクリートに十分水を吸収せしめることを忘れてはならない。碇着作業を終つてモルタル又はグラウトが十分に硬化するまでは、パッチングのコンクリートを打つたり、碇着ボルトに鐵筋を接合したり、してはならない。此の期間、振動其の他に對して十分保護することが必要である。次に、コンクリート及び鐵筋は、十分水をかけて之を洗ひ、總ての磨損や弛むだものを完全に掃除する。此の時、壓搾空氣と水とを利用するのが最も有效である。コンクリートに十分に水を吸収させることは必要であるが、パッチングのコンクリートを打つ時には、表面に水がない様に注意を要する。新コンクリートが舊コンクリートから水を極く少く吸収する程度が適當である。

## (2) コンクリート

パッチング用コンクリートに使用するセメント及び骨材は、舊コンクリートとなるべく同質、同色のものを選ぶがよい。新舊コンクリートの繼目に出来る龜裂、殊に、表面の縁に於ける龜裂、の發生を防ぐには、新コンクリートの收縮を出来るだけ小さくすることが必要である。之が爲には、出来るだけ、セメント、細骨材及び使用水量の少い硬練りコンクリート

を使用し、十分締固める必要がある。之と、十分な養生とにより、普通、満足な結果が得られる。餘り富配合のコンクリートを使用すると、反つて失敗する。使用水量は、十分な締固めによつて、密度の大きいコンクリートを得るに適するウオーカビリチーを得る様に、之を定める。又、コンクリートの收縮を小さくするには、練返しコンクリート (§ 128 参照) を用ゐるのが有效である。

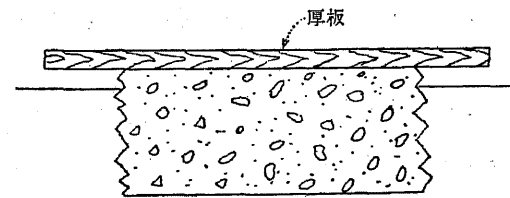
## (3) コンクリート打ち

新舊コンクリートの密着を確實にするために、次の様な方法が行はれる。

1 つの方法は、新舊コンクリートの間に先づ富配合のモルタルを打つ方法である。即ち、配合 1:1 位のプラスチックなモルタルを造り、溫度及び濕度に應じ、混合してから半時間乃至 3 時間後に水を加へずに練返し、之を 6 mm 位の厚さに、新コンクリートを打つ直前に、準備したコンクリートの面に投げつける様に打つ。モルタル面に鏝をかけた後、定規塗りをしたり、してはならない。他の方法は、濃いセメントグラウトの數層を刷毛で塗る方法である。各層は、次の層を塗る前に、ネバネバするまで放置した後に、次の層を塗る。斯くして、グラウトの 3 層乃至 5 層を用ゐ、其の後に、パッチのコンクリートを詰込む。此の方法は、時間はかかるが、成績がよい。

水平のパッチを施工する時には、打繼ぎのモルタル工又はグラウト工を終つた直後に、コンクリートをあふれるまで打ち、打つたコンクリートの上に厚板を置き、板の上を鏝の類で

第 161 圖



敲いて締固める(第 161 圖参照)。此の締固めは、コンクリートが凝結をはじめると、數回之を行ふ。然る後、刃のある鋼板などで、表面を引き附けることがない様に注意して、餘分のコンクリートを除去し、敲きなが

ら、軽く鏝をかけて仕上げる。

鉛直又は急な勾配の面にパッチングを行ふ時も、出来れば、繼目のモルタル又はグラウトがプラスチックである間に、新コンクリートを打つがよい。然し、之がために、新コンクリートが垂れ下る恐れのある時は、モルタル又はグラウトが十分な強さに達するまで、待たなければならぬ。此の時、パッチングのコンクリートは、打繼ぎのモルタル層と同様な要領で施工することが必要である。

新コンクリートを、舊コンクリートと型板との間に入れる場合、即ち包圍工の場合其の他に於ては、出来れば、新コンクリートを數層に分けて打込み、十分締固める。斯の如き場合

の締固めには、振動機を使用するのが最も有効である。収縮の多いコンクリートを造るには、前に述べた様に、セメント、細骨材及び水量を減らすことが必要であるが、振動機の使用により、斯の如きコンクリートの締固めを十分にすることが出来るからである。鉄筋コンクリートに於ける各種の被害は、鉄筋が錯綜するために、コンクリートが十分行き互らなかつた様な處に生ずることが多いのであつて、斯の如き部分のパッチングに際し、振動機を使用すれば、齊等で密度の大きいパッチを施工することが出来る。

龜裂をモルタルで填充する場合には、十分硬練りの練返しモルタルを薄層にして、少しづつ根氣よく詰込むことが必要である。

#### (4) 養生

パッチのコンクリートを十分に養生することは、極めて大切である。コンクリートの早期の養生如何は、毛細龜裂の發生に重大な關係がある。毛細龜裂が出ると、之からコンクリートの風化又は腐蝕が始まる。十分永く養生して、其の効果を發揮させる上から、パッチングに中庸熱セメントを採用する場合もある。之によれば、龜裂を殆ど完全に避けることが出来ると言はれて居る。

### § 386. 構造物としての破損に對する修繕及び補強

構造物としての破損に對する修繕作業は、被害の種類及び程度等により、場合によつて著しく異なるものであるが、之を大別すると、排水をよくすること、防水工を施すこと、龜裂の填充、パッチング、構造物の一部を新たに鉄筋コンクリートで包むこと(包圍工)、各種の補強方法、等である。

鉄筋コンクリートの包圍工は、橋臺、橋脚、煙突などの修繕工事によく應用される。普通の鉄筋コンクリートを使用する場合もあり、組む鉄筋をグナイトで埋込む場合もある。

従來、鉄筋コンクリート構造物は鋼構造物と異り、補強又は變更が出来ない様に考へられたのであるが、今日では、決してそうではない。近來は、鉄筋の銲接が進歩したので、コンクリートの一部をこわして鉄筋を露出させ、之に所要の鉄筋を銲接して補強工事をする事も出来る。コンクリートは、設計に用ゐられた材齡 28 日の強度よりも相當強度が増進して居る場合も多いから、鉄筋を増加した丈で、十分補強の目的を達することもある。又、或る部材を切り取り、新しい部材を挿入する様な修繕作業も、比較的容易に出来るものである。