

第一章 緒 論

§ 1. コンクリート及鐵筋コンクリート

現今に於てコンクリートは實に土木建築材料界の寵兒たるの觀がある。之は只通り一邇の流行物とは其の趣を異にし、眞實種々の特徴を有する名實相伴ふた有用なる材料である。即ち相當の抗壓強度を有し、且つ耐火性もあり水密性もある。然し乍ら其の一大缺點とも稱すべきは抗張強度の小なる事である。故に桁の如く張應力を受ける部材に於てはコンクリートは其の儘では不適當であるから、之に鐵筋を挿入して補強をなし所謂鐵筋コンクリートにして外力に抵抗せしめるのである。又コンクリートの抗壓強度が不足する場合にも鐵筋を挿入して補強することが出来る。斯くて鐵筋コンクリートの發明以來その用途は尙一層擴大されたのである。

此コンクリート及鐵筋コンクリートを論ずるに當つて先づ夫等の意義を明にして置く必要がある。

コンクリートとは英語の Concrete の譯語で又混凝土とも書き字義の如くセメント、砂及砂利又は碎石に水を加へ混合して作つた凝集體を稱する。獨逸では之を Beton と言つて居る。セメントは主としてポルトランドセメントを使用する。

コンクリートを作る材料の中でセメントは他を膠結するもので、之を母材(Matrix)と稱し砂、砂利、碎石若くは之に類似の材料はセメントと結合してコンクリートを形成するもので之等を骨材又は混凝土材(Aggregate)と言ふ。

斯くの如くコンクリートはセメントに骨材を調合し之に適量の水を加へて捏混して固ませたものであるから、其の性質は材料の性質、配合比、捏混の程度、運搬の方法及打ち方、養生の方法、施工當時及其後の溫度等に依つて支配されるものである。然らば如何なるコンクリートが良いかと言ふことは、其の使用の目的に依るのは勿論のことであるが、尙此問題は經濟を離れては意味がなくなるのである。

鐵筋コンクリートと言ふのはコンクリート中に鐵又は鋼を埋込み、此の兩者が一體となつて外力に抵抗する様に製作した所謂補強コンクリート(Reinforced concrete)である。此の補強材は多くは鋼の圓釘又は角釘よりなり主に應張力を受けるから、

我國では之れを鐵筋と稱して居る。尤も場合に依つては柱等の如く鋼を用ふる代りに鐵骨構造の組立斷面を用ふることもあるが、鐵筋コンクリートと稱する以上は鐵骨と雖もコンクリートと共同作用をなす程度の斷面積を有するものでなくてはならぬ。而して鐵骨の斷面積がコンクリートに比して餘りに大になれば、鐵骨はコンクリートと共に働かない。斯かる場合には鐵骨のみで荷重を受けコンクリートは只防錆防火等の目的を達するための補助材料たるに過ぎないのである。鐵筋コンクリートなる名稱は斯かる材料には及ばないの言ふ迄もないことである。

鐵筋コンクリートは種々の特徴を有するが就中相當の強度を有し、耐久的、耐火的、耐水的、耐震的で種々なる構造物の部材に適應し、施工が容易で石、煉瓦及普通コンクリートに比するときは非常に軽く、多くの場合經濟的であると言ふ事は、他の材料の追従を許さない處で之れが現今に於て鐵筋コンクリートが土木建築工事に盛に使用されるに至つた所以である。其の他の諸種の特徴に就ては讀者の知られる通りで著者が茲に贅するの要はあるまい。

鐵筋コンクリート構造物の設計及夫に生ずる應力の計算は、現今殆んど定説を得る程度までに發達して居る。而して此の材料である鋼は信用ある會社の製品であれば略々品質は一定して居る。然るにコンクリートは各種の材料を現場で配合及混合して之を打ち上げ、且つ養生して作るものであるから、餘程注意して施工しないとんでもないものが出来る。それで鐵筋コンクリート構造物の建設に當つては其の設計に力を致すべきは勿論であるが夫と同時に施工にも充分の注意を拂ふべきである。

現今に於て鐵筋コンクリート應用の範圍は土木建築工事の殆んど凡ての方面に亘つて居る。特に構造物に於ける此の應用は著しいものがある。土木工事に於ては橋梁、剛性ラーメン、下構、堰堤、水槽及水塔、管及暗渠、煙突及電柱其の他行く處可ならざるはなく、又建築工事に於ては凡ての家屋建築、倉庫、穀倉其の他の應用枚舉に遑がない位である。上叙の構造物或は築造物は柱又は抗壓材、桁材、版（床狀及フーチング）、彎曲率及軸壓力を受ける部材、抗張材等の部材から構成されるものと考へることが出来る。本編に於ては之等の各部材に就て詳述しよう。

§ 2. 鐵筋コンクリート發達史

鐵筋コンクリートの發明者として一般に紹介されて居るのは、佛國の園藝家 Joseph Monier

氏である。尤も Wilkinson 氏は 1854 年耐火床の下縁を平鐵を以つて補強し、更に 1855 年 Lam-bot 氏は 1850 年に鐵鋼を入れた厚さ約 3.5 cm の側壁を有する小船を作り、之を 1855 年 Paris の傳覽會に出品して居るから、年代から言へば Monier が一番古い譯ではないが、彼は職業柄鐵網を心とせるメント・モルタルの植木鉢を作つたのが着想の初めで、次で彼は 1861 年に此工法を水槽に應用し、其後種々の考案の結果格子形配筋を有する床版を發明し 1867 年初めて特許權を受けて居る。而して其の後も研究を怠らず橋梁階段等にも應用し、その功績は實に大なるものがあつたから、彼を以つて鐵筋コンクリートの鼻祖と看做しても差支へはあるまい。

尙此の外にも鐵筋コンクリートに關して特許を得、又實際の研究をした人があるが何れも鐵筋の挿入に關しては無理解であつた。然るに Koenen 氏は鐵筋をして張應力を受けしめ、コンクリートには壓應力を採らしむる様配筋すべきであることに着想し、茲に始めて今日の鐵筋コンクリートの理論の濫觴を見たのである。

然るに當時世人の多くはコンクリート内に埋込んだ鐵が、果して錆ないであらうかと言ふ疑問を抱いて居つた。そこで此の疑問を解くため獨逸の München 大學の Bauschinger 教授は 1837 年 10 月 Monier 式版を作り、之等を空中及水中に放置して 1832 年に至り之等を破壊して鐵筋を検したるに少しの錆をも認め得なかつた。茲に於てコンクリート中の鐵筋は施工宜しきを得ば決して錆びないことが明となり、鐵筋コンクリートの應用は愈々擴大されるに至つた。尙同教授は鐵筋とコンクリートとの附着應力をも實驗して居る。

其の後本材に對する研究は益々盛んになり、特に二十世紀に入つてからは獨、澳、佛、米、英等に於ては或は構造上の發明考案があり、或は理論研究のが相次いで發表され今日の如き鐵筋コンクリート時代を出現するに至つた。

§ 3. 日、米、獨に於けるコンクリート及鐵筋コンクリート工學の現状

コンクリート及鐵筋コンクリート工學の研究に當り、本工學の過去を温ね現在を知つて將來に備へることは徒勞ではない。

(1) 獨逸 鐵筋コンクリートは元來佛國に於て發明されたものであるが、其の後獨逸ではその理論に就て實驗學上の研究を積み、既に 1904 年に豫備的規程が生れて以來その應用は隆盛になり、1906 年にはプロシヤに於て鐵筋コンクリート委員會 (Deutscher Ausschuss für Eisenbeton) を組織し、同委員會は次々に大研究を發表し 1915 年 10 月標準示方書を發布し各聯邦も之を採用するに至つた。次で同委員會は本工學の顯著なる發達に鑑み 1925 年 9 月に現示方書を制定した。之れが現在の獨逸示方書である。此の示方書は本書の各處に引用されて居る。本卷の稿を終つた頃 1931 年の新示方書 (案) が發表された。本書に於ては此新示方書に對して詳論することが出来なかつた。

斯くの如く獨逸に於ては鐵筋コンクリートは非常なる發達をなして居るが、コンクリートは聊疎んぜられて居る傾向がある。只 Stuttgart 工科大学の Otto Graf 教授等が多少研究せる程度で米國の研究に比すれば多少遅れて居る識は免れないであらう。

要之現在獨逸は鐵筋コンクリートの理論の國であつて將來もそうだらうと思ふ。故に獨逸に於ける設計には吾々の學ぶ點が多いのである。之が我土木學會が鐵筋コンクリート示方書を制定するに當り獨逸示方書に其の範を取つた所以である。

(2) 米國 米國に於ても鐵筋コンクリートの研究は各大學、研究所に於て二十世紀の當初から持續され來つたもので、特にIllinois大學の A. N. Lalbot 教授の斯界に於ける功績は大なるものがある。其の後 1903 及 1904 年米國土木工師協會、米國材料試驗協會、米國鐵道工學協會、米國ホルトランド・セメント協會及米國コンクリート協會の聯合委員會が組織され遂に 1916 年 7 月コンクリート及鐵筋コンクリートに關する最後報告書を製作したのである。之れが現今の米國標準示方書の基である。之れが發表されて以來その應用は隆盛に趣きその理論の研究も長足の進歩をなし、茲にコンクリート及鐵筋コンクリートに關する標準示方書の制定を必要とする機運が熟するに至り、遂に 1921 年示方書(案)を發表し討議を求め、愈々 1924 年 8 月初めてコンクリート及鐵筋コンクリート標準示方書なるものを發表したのである。之れが現今に於ける米國の標準示方書とも稱すべきものである。之れは別に法令と言ふ譯ではないが土木工事の示方書として採用され、又建築工事に於ても漸次之れに依るものが多くなつて來たことは明である。又 New York 市、Chicago 市の如きは夫々鐵筋コンクリートに關する建築條令を定めて居る。

米國に於けるセメントの生産高は世界第一位であつて、一般土木建築工事に之れを應用することも世界に冠たるものがある。且つコンクリート道路の發達の結果一層セメント工業の發達を促し、延いてはコンクリートの發達を誘致した。由來米國は理論よりも實際を尊ぶ國であるから、學理的の研究よりも實際的研究の方が進んで居る。此點は獨逸と趣を異にして居る。斯くの如くであるからコンクリートに關する實驗的研究の如きは D. A. Abrams 教授が水セメント比説を 1918 年發表して以來殆んど米國の獨舞臺たるの觀がある。コンクリートの研究が進んで居る結果其の施工の如きも吾々の羨望にたえない程優良なるものである。

要之米國はコンクリート及鐵筋コンクリートの實際應用の盛な國で工事上、其の他實際上學ぶ點が多い。尤も其の理論も相當には進んで居つて此の點に就ても我々の師たるの價値は充分にあるものと思ふ。

(3) 我國 我國に於ても二十世紀に入りてばつぽつコンクリート及鐵筋コンクリートの利用せられるものありしを開けども、實用期に入つたのは大正になつてからであつた。而して特に本工學が著しい發達をなしたのは關東大震災火災後と言つても過言でない。此大震災火災に依つて我國に適するコンクリート及鐵筋コンクリートの設計施工の方針が建つたかの感がある。

我國に於てもコンクリート及鐵筋コンクリート構造に關する法規は、随分古くから定められて居つたが、明治時代の所謂舊法とも稱すべきものゝ内には比較的完全なもの少く、多くは米獨法規の模倣で我國情に適應しないものが多かつた。建築の方面に於ては大正年代に入りて本工學の發達に鑑み、政府は大正 9 年 11 月内務省令第 37 號市街地建築物施行規則に於て鐵筋コ

ンクリート構造に關する規定を定め、數度の改正を経て現行規則即ち内務省令第 53 號(大正 15 年 10 月)の實施を見るに至つた。然し之れとても完全なものではなく缺點も少なくない。土木方面に於ては既に内務省は鐵筋混泥土橋梁設計準則を、鐵道省は鐵筋コンクリート設計規定を制定して標準示方書にして居つたのが、何れも完全とは稱し難く、或は米國規定に依り、或は獨逸示方書に依り全國的に統一された標準示方書とも稱すべきものは未だ制定されるに至らず、吾々は實際構造物の設計施工に當つて何れの示方書に依るべきか惑はざるを得なかつた。茲に於てか大正 15 年(1926)東大を中心としてコンクリートに關する協議會を組織し、先づコンクリートの應壓強度試験に關する標準を制定したのである。降つて建築學會は昭和 4 年 4 月コンクリート及鐵筋コンクリート仕様書(案)を制定し、我土木學會は鐵筋コンクリート標準示方書(委員會案)を昭和 5 年 8 月に制定し、茲に初めて不完全ながらも土木建築工學の兩方面とも夫々標準示方書の制定を見た譯である。