

東京大学 学生員 中山 等
 国鉄 伊藤 泰司
 関西電力 森本 浩

1 まえがき

建設工事における事故は相変らず後を断たず、多くの犠牲者と多大なる損害をもたらす結果となっている。このような忌むべき事故を防ぐために過去の事故例を調査し、そこから教訓を得て、それを今後の建設工事に生かすということはたいへん意義深いことである。

そこで、アメリカの雑誌「エンジニアリング ニュース・レコード」を1945年から1977年までの33年間にわたって調べて、事故例を拾い上げ考察を加えた。ここでは、特に最近の事故について述べることにし、コンクリート構造物、鋼構造物、土構造物の別に説明することにする。

2 調査結果及び考察

2.1 コンクリート構造物

コンクリートは普通、鉄筋コンクリートやプレストレストコンクリートとして用いられる。したがって、コンクリート構造物の事故例は鉄筋に原因があるものと、コンクリート自身に原因があるものとに分けられる。前者は鉄筋の腐食という形で表われることが多い。後者の場合にはいろいろなものがあるが、最近話題になったものとしてアルミナセメントの転移による強度低下の問題があげられる。

コンクリートにひびわれが生じて、中の鉄筋が腐食したための事故は相変らず多い。昨年6月、ヒューストンの高等学校の競技場のプレキャストコンクリート製観覧席が崩壊したのがよい例である。

また、コンクリートの材料、配合によって鉄筋が腐食する事故が最近も発生している。1974年8月、マイアミで建設後50年になる鉄筋コンクリートビルが崩壊し、7人が死亡した。この事故は細骨材として使用された海砂が要因となり起こったものである。海砂の塩分のために鉄筋の腐食が進んだものとみられる。現在、わが国のコンクリート標準示方書には一般の鉄筋コンクリート構造物に用いる海砂の塩分の許容限度の目安として、0.1%以下が与えられている。ところが、1941年以前のマイアミでは海砂の使用に関する制限はまったく行われていなかった。このため、マイアミの他のいくつかのビルにおいても同様の鉄筋腐食による劣化が発見されており、昨年も、このような劣化の著しいビルの取り壊しが決定されている。また、促進剤として加えられた塩化カルシウムのために鉄筋が腐食し、そのためにひびわれが生じたという事故も起きている。これはカリフォルニアのリッチモンド-サンラファエル橋の鉄筋コンクリート橋柱にみられたもので、このため1975年に4本、1977年に7本の橋柱が取り替えられ、1980年には他の8~9本が取り替えられることになっている。この橋は、1956年に完成したもので、最初の計画では塩化カルシウムは用いないことになっていたが、施工上の都合から変更されて、塩化カルシウムがコンクリートの2%まで使用されたものである。

アルミナセメントの転移による強度低下は、1973年~1974年頃イギリスで問題となった。1973年6月、ライセスター大学とロンドンのカムドン女学校で、校舎の屋根の崩壊事故が発生し、1973年12月にもステアニーのサージョンカス学校で同様の事故が起きた。これらの事故では、プレキャストコンクリートばりに用いられたアルミナセメントの転移による強度低下が要因の一つと考えられた。これらの事故後、イギリス環境省は全国的な調査を行ない、その結果アルミナセメントが使用されている5万にのぼるビルが危険であるということが明らかになった。

2.2 鋼構造物

1970年前後に建設中の鋼ボックスガーダー橋の事故が相次いで発生している。1969年11月、オーストリアのウィーンの第4ダヌベ橋が空屈した。この事故では、気温の低下とウェブの温度勾配と溶接による残留応力が組み合わさって応力の増大を招いたことが原因とされた。1970年6月、サグラメントのブライト・ベンド橋でひびわれが発見されたが、これは鋼の品質が悪かったために生じたものとみられる。同年同月のイギリスのミルフォード・ヘイブン橋の崩壊では4人の死者を出しているが、この事故の最大の原因はダイヤフラムに生じた過度の応力にあるとされた。同年10月のオーストラリア、メルボルンのウェスト・ゲイト橋の崩壊事故では36人もの死者が出た。この事故の場合、設計を行なったコンサルタントと施工を行なった建設業者の相方に落度があったと思われるが、最大の原因は、コンサルタントの設計および現場監督の不備にあるとされた。1971年11月の西ドイツ、コフレンツの橋の崩壊では、13人の死者が出た。この事故では、下フランジの横方向の溶接に対する補剛が不十分だったことが原因とみなされた。しかし、これは設計や施工が適当でなかったためではなく、広く使われていた設計理論に問題があったのである。このような事故が頻発したのは、薄肉板の溶接構造物の挙動についてあまり知られていなかったためと思われる。このため、これらの事故を受けて、イギリスではこのような構造物に対して、きびしすぎるほどの設計規準が定められた。

1973年頃は、ラメラ・テア(lamellar tearing)の問題がさかんに議論された。ラメラ・テアとは溶接の丁継手、角継手において鋼板表面に平行に生じる層状の割れのことで、ロス・アンジェルス52階建てビルのアトランティック・リッチフィールド・タワーをはじめとする数多くのビルや、グラント・フリー第3発電所で建設中の送電塔などで発見され、修理や設計変更が行なわれた。

また、昨年、ピッツバーグの2つの鋼橋で溶接部にひびわれができ、使用されたエレクトロスラグ溶接が問題となった。

以上、ここで取り上げた事故例のほとんどが溶接に関係している。鋼構造では溶接部が弱点になりやすいということは常識であるが、本調査においてもこのことが如実に表われている。

2.3 土構造物

土構造物の事故としては、1976年6月のアイダホのティートンダムが決壊事故があげられる。このダムは高さ93m、幅130mのフィルダムで、初めての貯水中にこの事故が起きた。この決壊のため、下流地域は洪水にみまわれ、死者11人、負傷者2000人、被害を受けた家屋7000戸以上、被害額4億ドルにのぼった。この決壊の起こる前に漏水が発見され、その補修作業が行なわれたが、決壊を防ぐことはできなかった。不透水性コアの基部がパイピングによって浸食され、その水がダムの下流面に噴出して漏水が始まり、決壊に到ったものと思われる。パイピングは3列に施されたグラウトカーテンが不完全だったために生じたものと思われる。結局、この事故の責任は、設計及び現場監督にあたった開拓局にあるという結論が下された。開拓局が行なったダム建設地選定のための調査や建設方法に対するきびしい批判も出されており、この決壊事故は人災であるとみなされている。この事故が起こった後、ダムの安全性に対する関心が特に高まっており、アメリカ全土のダムの点検が行なわれることになろう。

このほかにも、多くのダムで決壊事故が起こっているが、そのほとんどはフィルダムで、その原因はパイピングによるものが圧倒的に多い。アメリカには大小さまざまなフィルダムが多数建設されているが、フィルダム建設の際には細心の注意が必要である。

本研究を行なうにあたり、東京大学工学部土木工学科、樋口芳朗教授よりひとかたならぬ御指導を賜ったことを心より感謝申し上げます。