

土木・建築系技術職員を対象とした研修内容について考える —今後の社会資本整備のあり方を題材とした研修—

川口隆

愛媛大学工学部等技術部

1. はじめに

平成27年度中国・四国地区国立大学法人等技術職員研修(土木・建築系)を愛媛大学で実施した。

土木・建築系は、専門分野が多岐にわたることから、研修内容の企画立案が難しかった。共通する課題を模索した結果、両系は厳しい自然環境下で構造物を建設する点では同じである。この共通点から、我が国におけるインフラ構造物の老朽化に焦点を当てたこととした。

老朽化問題のひとつに、構造物の劣化や損傷の顕在化が挙げられる。研修内容が共通課題に沿うよう、実習では「RC 構造物の劣化診断技術」を体験して頂いた。その後、「今後の社会資本整備のあり方」について考えるグループディスカッション演習をおこなった。

翌日の講義では、「インフラ構造物の現状と維持管理問題」と題し、教員にご講演頂いた。実習、演習、講義との関連性を持たせることで結びつきを強め、受講者の理解がさらに深まるように努めた。

2. 実習および演習とその到達目標について

実習・演習ながれを以下の①から⑥とし、それぞれ到達目標を設定した。項目末尾は時間配分である。

- ① 我が国の社会資本整備状況の概略について理解する。[5分]
- ② コンクリートの中性化および塩害などの劣化メカニズムについて理解する。[10分]
- ③ 中性化深さおよび塩化物イオン浸透深さの調査・測定方法を習得する。[30分]
- ④ 硬化コンクリート中の全塩化物イオン濃度迅速測定方法を習得する。[30分]
- ⑤ 測定結果をグループでまとめ、図表を用いて客観的に表現する力を養う。[20分]
- ⑥ 解が複数存在する課題をグループ内で討議し、解決策を各グループでまとめて発表する。これにより、コミュニケーション力、チームワーク力、問題解決能力を身に付ける。[50分]

3. 実習内容について

前述③と④は、コンクリート構造物の劣化診断技術の習得を目的とした実習である。

コンクリートの代表的な劣化現象に、中性化と塩害がある。本実習では、分析手法として最も簡易的な「フェノールフタレイン法」と「硝酸銀溶液噴霧法」をおこなった。塩害診断は、さらに踏み込み、硬化コンクリート中の塩化物イオン濃度分析をおこなった。示方書等で規定されている分析方法に、JCI-SC5 や JIS A 1154 がある。しかし、これらは膨大な労力と時間を要する。近年、簡易的な分析方法が提唱されている。そのひとつに、硬化コンクリートの塩化物イオン濃度迅速測定^[1]があり、今回はこの手法を用いて診断することとした。

中性化と塩害による劣化供試体の製作条件を検討した。図 1 の流れに示したとおり、教科書等では、中性化と塩害の防止策として、二酸化炭素の侵入、塩化物イオンの浸透を抑制するためには、水セメント比を小さくし、緻密性および密実性を高めよという記述がよくある。

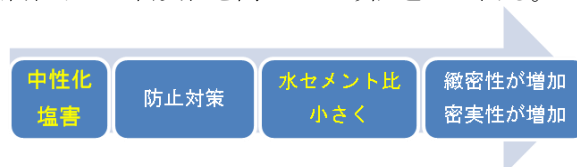


図 1 配合からみた中性化・塩害防止対策

今回の実習では、同じ水セメント比でも単位水量と養生条件の違いで、中性化や塩害にどのような影響を及ぼすかを確認することとした。

表 1 劣化供試体の製作条件

| 単位水量 (kg/m ³) | 養生方法 | 記号 | 施工状況 |
|---------------------------|---------|--------|---------|
| 175 | 1日脱型・気中 | 175/1日 | 養生不良 |
| | 5日脱型・気中 | 175/5日 | 示方書養生 |
| | 1日脱型・湿布 | 175/湿布 | 湿潤・給水養生 |
| 210 | 1日脱型・気中 | 210/1日 | 養生不良 |
| | 5日脱型・気中 | 210/5日 | 示方書養生 |
| | 1日脱型・湿布 | 210/湿布 | 湿潤・給水養生 |

表 1 に劣化供試体の製作条件を示す。単位水量の設定は、国土交通省の上限値 175kg/m³ とそれを超過する 210kg/m³ とした。理由は、単位水量が大きいほど、水和反応後の余剰水が硬化後蒸発し、空隙となることで、緻密性や密実性の低下が予想されるからである。

一方、養生を 3 条件とした理由は、劣化因子の侵入経路であるコンクリート表層の品質が、施工要因である養生によって大きく左右し、中性化や塩害に対する抵抗性に大きな影響を及ぼすからである^{[2][3]}。

この製作条件下で 100×100×200mm の角柱供試体を中性化促進試験用、塩分浸漬試験用の 2 体ずつ作製した。各養生方法で 28 日後、6 面体のうち中性化暴露面と塩分浸透面とした 1 面以外は、防水・気密性粘着テープで被覆した。

中性化促進試験は、40℃、RH60%、CO₂ 濃度 5% の試験槽内で静置し暴露した。塩分浸透促進試験は浸漬法とし、塩分濃度 3% の水槽に静置し浸透させた。促進期間は全 56 日とし、14、28、56 日経過時に乾式カッターを用いて供試体を切断し、中性化深さと塩分浸透深さを測定した。実習で用いた試料は 56 日経過後である。塩化物イオン濃度分析は、浸漬法による 56 日経過後の試料を用いた。塩化物イオン濃度の分布測定領域は浸透面から 10mm 間隔の 0~50mm の 5 区間とした。

実習で測定した中性化深さと塩分浸透深さの結果を図2と図3に示す。

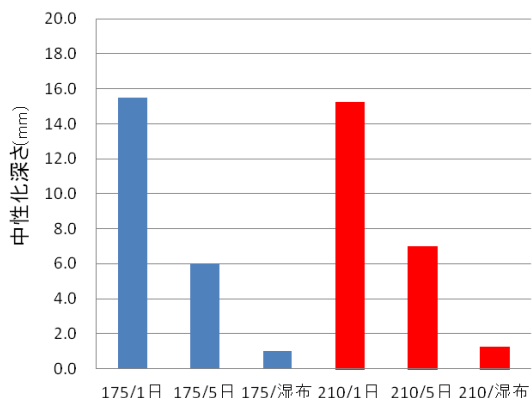


図2 単位水量と養生の違いによる中性化深さ

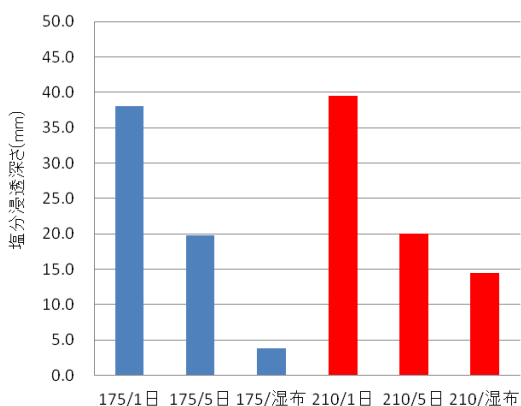


図3 単位水量と養生の違いによる塩分浸透深さ

単位水量の低減による抵抗性向上の効果を検証した場合、湿布養生の塩分浸透深さのみ有効な結果が得られていた。それ以外の条件では、ほぼ同じであった。今回の実習による測定結果からは、単位水量の違いよりも養生条件の違いによる効果が大きいことが明らかとなった。

2012年に改定された土木学会コンクリート標準示方書では、打ち込み後のコンクリートは、一定期間は十分な湿潤状態を保たなければならないとしている。また、同解説では、耐久性を左右するコンクリートの表層の品質やひびわれ抵抗性は、養生の影響を受けやすいため、最近では給水養生や水分の逸散を抑制する養生等の新たな手法が開発され、実際の構造物に適用された事例があると記述している。

これらのことから、施工現場において丁寧な養生や充分な施工期間を設けることで、構造物の耐久性は飛躍的に向上することがわかった。

4. 演習内容について

演習では3人1組でグループ討議をおこなった。検討課題は、「今後の社会資本整備のあり方」である。ただし、事前に討議をスムーズに進めるため、研修受講日までに各自、A4用紙1枚の資料を作成して頂いた。枚数制限を設けたのは、膨大な資料が存在する検討課題

に対して、簡潔で明瞭な報告ができるようになることを目的としたからである。

写真1は、各グループで報告資料から重要なキーワードやデータを抽出した内容をまとめ、「現状と課題」、「解決策」を板書し、口頭発表して頂いた様子である。



写真1 グループ口頭発表

反省点として、実習に多くの時間を割いたため、討議時間、発表時間がいずれも十分ではなかった。しかし、乏しい時間ではあったが、どのグループからも複数の良い提案がなされた。

5. おわりに

ある受講者より、検討課題が抽象的であるとご指摘を頂いた。企画担当者として、ねらいどおりの言葉を賜ったと感じている。

今回の研修内容を企画するにあたり、私も含め、個人で業務を遂行する場面が多い教室系技術職員に欠けているものは、何であろうかと考えた。

熟慮した結果、今後、実務を進めていく上で、まさしく正答と呼べるような解決策を持たない課題に直面したときの対処法を学ぶことを最大の目的とした。

複合的で解が複数ある問題に対して、個人で悩むだけでなく、創造性豊かな仲間の意見に耳を傾け、アイデアを出し合い、コミュニケーション力、チームワーク力で解決に導くことの大切さを認識するためである。

今後、受講者がそのような場面に遭遇した時、今回の研修を思い返して頂ければ幸いである。

参考文献

- [1] 後藤年芳ら, 硬化コンクリート中の全塩化物イオン濃度迅速測定法の開発, コンクリート年次論文集, VOL.32, No.1, 785-790 頁, 2010.
- [2] 国土交通省, レディーミクストコンクリートの品質確保について, 国官技第185号, 平成15年.
- [3] 岡崎慎一郎, 八木翼, 岸利治, 矢島哲司, 養生が強度と物質移動抵抗性に及ぼす影響感度の相違に関する研究, セメント・コンクリート論文集, V60/227-234, 2006.