

高耐久 PC 桁の概要について

— 凍害、塩害等の複合劣化に対応した PC 桁 —

遠藤 雅司*

東日本大震災からの復興が本格化し、復興道路・復興支援道路では多くの構造物を短期間に建設しなければならない状況にある。一方、橋梁をはじめとした社会インフラの老朽化が進み、補修予算の増大などが懸念されている。こうした状況を踏まえ、新設構造物の耐久性を向上させることにより、将来の維持管理費低減を図る取組みの一環として試行的に採用することにした「高耐久 PC 桁」について採用に至った経緯やその仕様などを紹介するものである。

キーワード：プレキャスト PC 桁、塩害、凍害、ASR、耐久性向上

1. はじめに

東日本大震災から4年が経過するなか、被災地域では復興に向けた取組みが本格化してきており、東北地方整備局（以下、東北地整という）が担当する復興道路・復興支援道路の整備も最盛期を迎えつつある。

復興道路・復興支援道路は被災地復興のリーディングプロジェクトであり、震災後に国で整備する区間として19区間が事業化されたもので、具体には三陸沿岸道路や宮古盛岡横断道路など約336 kmを整備する（図-1）。主要な構造物としてはトンネルが約110箇所、橋梁が約230橋（H24.4.1時点で未完成のもの）で、うちPC橋が約140橋と6割を占めている。

これらの構造物は短期間のうちに建設しなければならない状況にあるが、一方で東北地方は平成5年のスパイクタイヤ禁止以降右肩上がりに増加した凍結抑制剤による塩害、積雪寒冷地域での凍害の発生などコンクリート構造物に対し非常に過酷な環境にあり、それらの対策が課題となっている。また、昭和30年代～40年代後半の高度経済成長期に大量に建設した社会インフラが一斉に老朽化を迎えるため、その対策に多大な労力と費用が必要である。

このような状況のなか、東北地整では将来の維持管理費低減に向けたさまざまな取組みを進めているところであり、その一環として採用することにした「高耐久 PC 桁」について概要を紹介するものである。

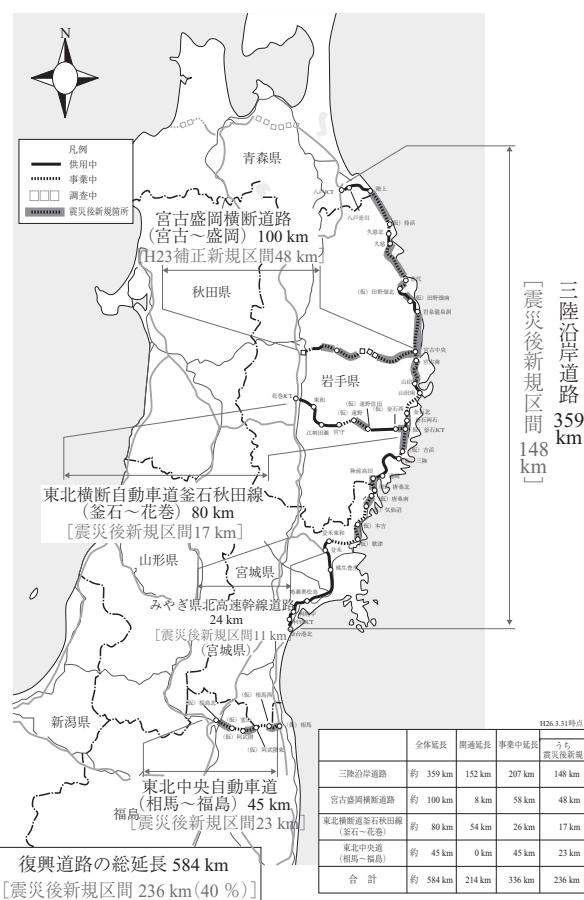


図 - 1 復興道路の概要



* Masasi ENDOU

東北地方整備局
道路部 道路工事課
建設専門官

2. 管内の道路橋の状況

管内には橋長2 m以上の道路橋が約3000橋、総延長にして約170 kmあり、そのうち高度経済成長期に約4割が建設されている。このうち老朽橋の目安となる建設後50年以上経過した橋梁は現時点で約2割を占めている。これが10年後には約5割に増え、さらに20年度には約7割を占めるようになり、補修・補強を必要とする橋梁が大幅に増えることになる（図-2）。

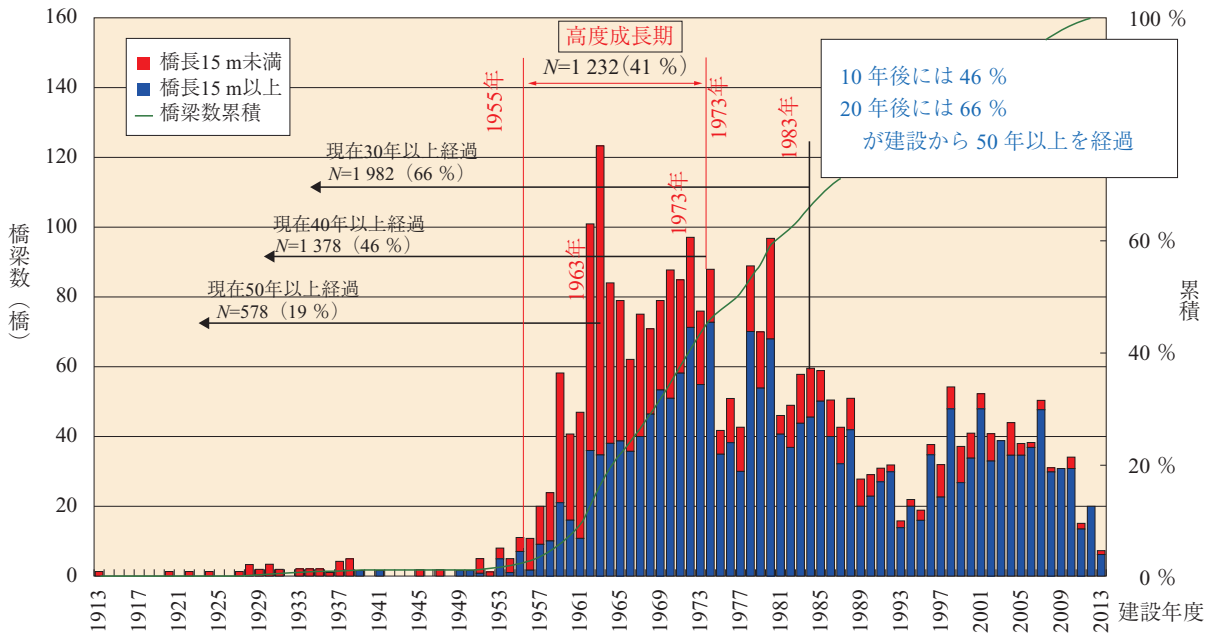


図 - 2 建設年度別の橋梁数 (H26.4.1 現在)

これら道路橋の維持管理などに要する道路管理予算の推移を図 - 3 に示す。メンテナンス元年と位置付けられた平成 25 年度以降一定の伸びはあるものの、過去 6 年間に於いて大きな伸びは認められず計画的に予防保全を進めていくにはさらなる予算が必要となってくる。このような状況を踏まえ、今後新たに建設する道路橋は良質な材料と適切な施工などにより長寿命化を図り、維持管理に要する費用をできるかぎり抑えていくことが求められる。

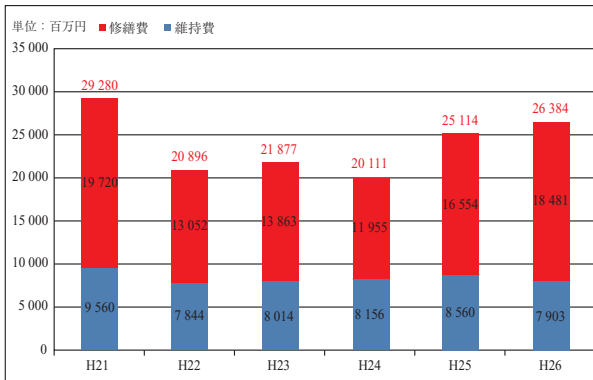


図 - 3 道路管理予算の推移 (H21 ~)

また、管内のほとんどが積雪寒冷地域であり、凍害と凍結抑制剤による塩害を同時に受ける過酷な環境下にある。管内における凍結抑制剤の年平均散布量は道路延長 1 km あたり約 10 t、峠部および日本海側に至っては道路延長 1 km あたり約 30 t を超える量となっている (図 - 4)。とくに凍結しやすい橋梁部は重点散布区間となっており、さらに大量の塩分がコンクリート中に供給されることになり、これらに起因した凍害や塩害などの複合劣化が橋梁定期点検において確認されるなど、早急に対策を講じることが必要である (写真 - 1)。

【除雪工区毎の凍結抑制剤散布量の整理 (H18~23 の平均散布量)】

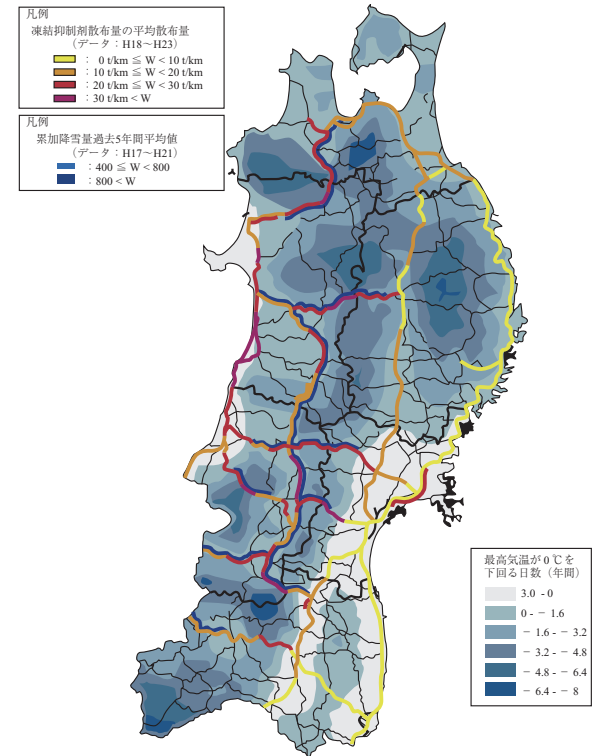


図 - 4 凍結抑制剤散布量



写真 - 1 PC 桁の損傷状況

3. 「高耐久 PC 桁」採用に至る経緯

「高耐久 PC 桁」採用の背景となった損傷事例が国道 46 号仙岩道路で昭和 51 年に供用した湖山橋（写真 - 2）である。橋梁形式はプレテンション方式 14 径間単純 PC 床版で、図 - 5 に示すとおり横断勾配の低い側の外桁中空部に路面より浸入した塩分を多量に含んだ水が溜り、主桁下面の鉄筋腐食、PC 鋼材の破断、コンクリートの欠落などが発生（写真 - 3, 4）、供用後 34 年で既設橋を撤去し軽量盛土構造に更新することになったものである。



写真 - 2 湖山橋の外観

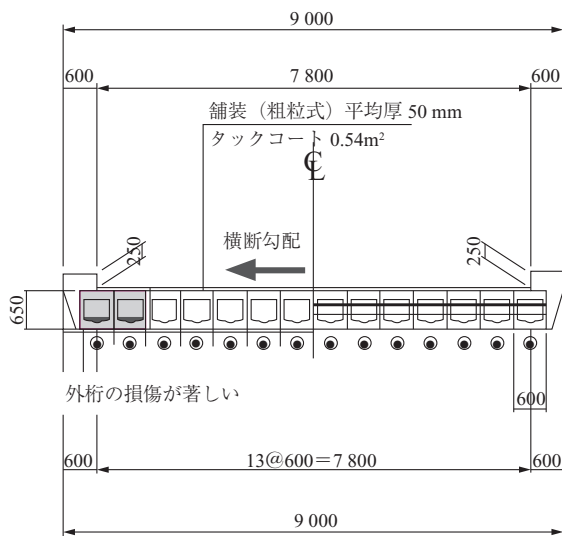


図 - 5 湖山橋横断図

また、詳細調査によれば耐凍害性確保のために必要なコンクリート中の空気量は非常に少なく、Non-AE コンクリートに近いものであることが判明し、これら損傷は塩害のみならず凍害による複合劣化がさらなる拍車をかけたものと断定された¹⁾。

そこで東北地整では耐凍害性向上のため、プレストレスト・コンクリート建設業協会東北支部に工場で作られる PC 桁中の空気量を 4.5 % 以上に確保できないか検討を依頼し、実物大の試験体による確認試験などおよそ 1 年間の調査試験を経て「高耐久 PC 桁」としてまずはプレテンシ



写真 - 3 桁下面の損傷状況 ①



写真 - 4 桁下面の損傷状況 ②

ョンスラブ橋桁（以下、スラブ桁という）の開発・採用に至ったものである（写真 - 5, 6）。

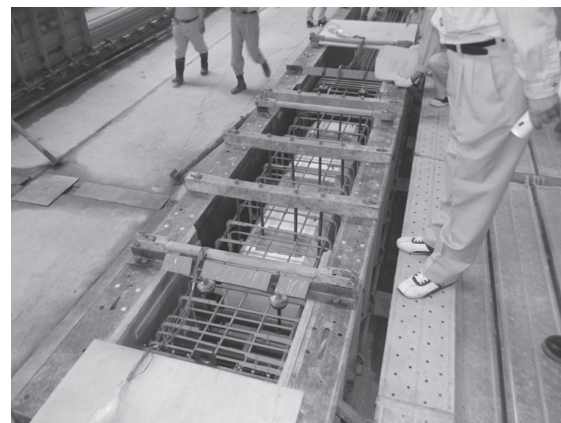


写真 - 5 試験体の配筋状況

なお、具体的な調査試験の内容については本号の調査報告を参照されたい。

4. 「高耐久 PC 桁」の仕様

4.1 要求性能

「高耐久 PC 桁」に求める性能は以下のとおりであり、多重防護の考えに基づいている。



写真 - 6 試験体のコンクリート打設状況

- 1) コンクリートは耐凍害性を有するとともに ASR を起こさないもの。
- 2) 鋼材はコンクリート中に塩分が浸透し発錆限界に達しても腐食や破断が生じないもの。

4.2 仕様

凍害、塩害に強いスラブ桁の仕様は以下のとおりである。

- 1) 凍害対策として
 - ・水セメント比 (W/C) を 40 % 以下とする。
 - ・荷卸し時の空気量の目標値を JIS 規格の 4.5 % から 6.0 % 前後 (上限値 6.9 %, 下限値 4.5 %) に高め、コンクリート中の独立気泡を増やすことで凍害に抵抗させる。
- 2) 塩害対策として
 - ・PC 鋼線、鉄筋ともに防錆処理された鋼材を使用する (図 - 6)。

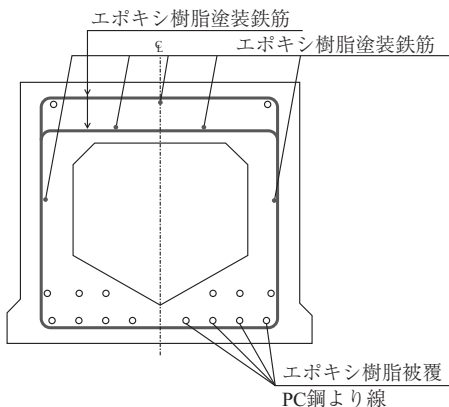


図 - 6 高耐久 PC 桁断面図

- ・横締め用シースは PE シースを使用する。
- 3) ASR 対策として
 - ・塩分環境下でも ASR を起こさない骨材を使用する。

〈使用骨材は化学法で「無害」のものを用いるものとし、化学法で「無害でない」骨材を使用する場合には SSW モルタルバー試験 (外部からの塩化物の影響を取り入れた試験) によって使用骨材の安全を確認する。SSW モルタルバー試験については「東北地方におけるコンクリート構造物設計・施工ガイドライン (案) 2009 年 3 月」²⁾ による。〉

5. 「高耐久 PC 桁」の位置付け

「高耐久 PC 桁」とこれまでの PC 桁の位置付け (案) を図 - 7 に示す。これまでの PC 桁は、基本的に海からの飛来塩分による塩害を考慮しているのに対し、高耐久 PC 桁はさらに凍結抑制剤による塩害と積雪寒冷地域における凍害の影響にも配慮している。

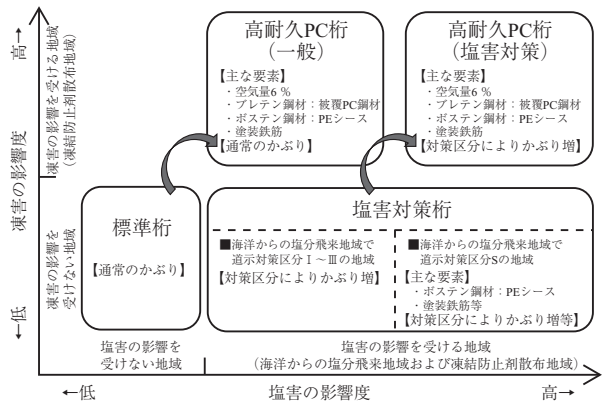


図 - 7 高耐久 PC 桁の位置付け (案)

なお、設計の見直しや施工の手戻りによる復興道路等整備への影響を避けるため、桁断面 (かぶり) は変更しないこととしている。

6. おわりに

今年度は最初の取組みとして工場で作成されるスラブ桁の高耐久化を図ったが、今後はプレテンション T 桁やセグメント桁、さらには PC 場所打ちコンクリート橋でも検討することとしている。

少子高齢化が進み、深刻な労働力不足や財政難が懸念されるなか、より長く安心して使える橋梁の建設を目指して、今より少しでも耐久性の高い橋梁を造っていくことを念頭に置き取組んでいきたい。

参考文献

- 1) 岩城一郎, 子田康弘, 大越雅城, 上原子晶久, 鈴木基行: 凍結抑制剤により劣化したプレテンションホロスラブ桁橋の詳細調査とその劣化機構の解明, 土木学会論文 E2 (材料・コンクリート構造), Vol69, No.1, 53-66, 2013
- 2) 東北コンクリート耐久性向上委員会: 東北地方におけるコンクリート構造物設計・施工ガイドライン (案) 2009 年 3 月

【2015 年 1 月 13 日受付】