

PCケーブルにおける減摩剤注入の効果

国鉄盛岡工事事務所 (正) ○ 森下忠司
 国鉄盛岡工事事務所 (正) 金森 真
 大成建設 KK (正) 金井莊次

1. まえがき

ポストテンションPC桁において、PCケーブルの本緊張に先立って、試験緊張を行い摩擦係数を測定する。PC鋼材とシース間の摩擦が設計計算で想定した値の範囲を超え、所定の緊張力が導入できないと判断された場合、ストレッチング、鋼材のさび落とし等種々の対策が考えられるが、その内のひとつがシース内への減摩剤注入である。一般に減摩剤の効果の有無は摩擦係数を比較すればよいが、摩擦係数の算定には種々の仮定があり、⁽¹⁾ ケースが違えば、その絶対値での比較は困難である。

今回、同一連続桁の同一形状のケーブルにおいて、減摩剤注入と注入しないケーブルの2種類のデータが得られたので、その結果をここに報告する。

2. PCケーブル

PCケーブル (VSL-E5-20) は図-1の通り7径向連続桁の中央部にほぼ対称形に配置されている。バウレオンハルト押出し工法による架設のため、押出し時交差応力用にPCケーブルとは別に橋軸方向直線的にSBPR^{15/10} #32 PC鋼材が配置されている。減摩剤注入を必要とする程度摩擦係数が大きくなったのは、鋼材のさび、シース波打ち等の施工不良が原因ではなく、設計計算でケーブルの平面的角変化を無視したためである。(図-2)

一般に、平面的角変化を無視して図-1のように、垂直方向のみの形状で計算してもその効果は入るケーブル単位長さ当りの摩擦係数⁽²⁾に含まれる、と考えて緊張計算が行われる。このように計算しても鋼材量に余裕があれば、見かけ上はケーブル単位曲げ角度当り摩擦係数が大きくなるだけで緊張管理上の問題は生じない。しかし、図-1のような曲げ角度の和 $\sum \alpha = 20^\circ$ のケーブルで緊張端平面的角変化量 15° を無視すれば、当初設計で摩擦を小さく、つまり鋼材量を過少に見積る結果になる。

従って今回のように、設計時に確定している平面的角変化は、当初より考慮してみるのが安全便である。

3. 減摩剤注入

減摩剤注入は鋼材の腐食を防ぐために本緊張直前に施工し、方法はほぼグラウト注入に準じて電動グラウトポンプにより注入する。減摩剤注入後緊張作業を行い、終

- 工事名称 東北幹山田線B1工事
- 発注者名 日本国有鉄道盛岡工事事務所
- 工事場所 岩手県盛岡市夕陽町
- 工区区間 東京起り 494+284M～494+588M
- 工期 昭和52年11月8日
至 竣工 昭和54年3月31日
- 施工者名 大成建設株式会社仙台支店
- 橋 橋 新管橋橋梁 N-18, P-19
- 橋 橋 212 M
- 橋 橋 幅 12.50 M
- 橋 橋 幅 2.20 M
- 支 間 29,460+21,000+30,000@2+38,000
+32,000+30,480
- 構造型式 トラス・インテンション プレノミレスト線橋
1 箱型断面
7 径向連続桁
- PCケーブル VSL-E5 (インサイクローフ方式)
- 架設工法 ハッセル レオンハルト押出し工法

表-1 工事概要

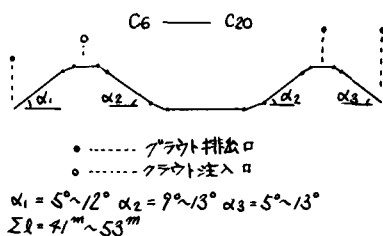


図-1 PC主ケーブル形状

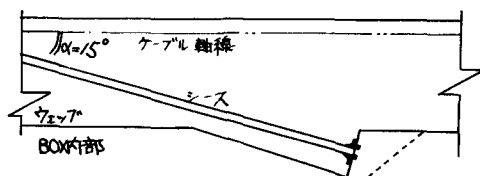


図-2 PCケーブル緊張端平面図

3後、シーブ内にグラウトポンプで水を注入し減摩剤を洗い流してグラウトを施工する。

4. 摩擦係数測定結果

PCケーブルの本緊張に際して、図-3のような緊張管理図を作製しケーブルの伸びと圧力計の読み(端部緊張力)とで管理する。鋼材のヤング係数 $E_p = 2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 直線と緊張の軌跡との交差より μ が求まる。この結果が表-2で、I群が減摩剤を使用しないグループ、II群が減摩剤注入グループである。減摩剤注入により μ の値が0.29から0.12に減じた。

5. 考察と結論

図-3においてC18右ケーブルの緊張の軌跡は、 $E_p = 2.00 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 直線の $\mu = 0.00$ の点で交わり、減摩剤の効果により摩擦係数が極めて小さい事がわかる。この図で減摩剤を使用しなかったと仮定して、 $\mu = 0.29$ になるように緊張の軌跡を描けば、破線のようになり引止め線($E_p = 1.89 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)に至る以前に鋼材の強度から来る設計上限界と交差する。つまり、C18右ケーブルでは減摩剤を使用しなければ所定の導入力を付与することができず、このことから今回の減摩剤施工の有用性が認められる。

一方、減摩剤の効果と設計断面での導入力と比較するために、各ケーブル毎に R , γ , α を同一に、 μ のみをI群とII群で変えて($\mu = 0.29$ とした)I群とII群の P_j の比 P_{jI}/P_{jI} の値を計算した。(表-2) 上記の値は減摩剤使用による、設計断面での導入力増加比率と考える。 P_{jI}/P_{jI} は1.05~1.23の値をとり、平均値は1.16であるから減摩剤使用により設計断面での導入力は、平均1.16倍に増ったと考えることができる。これにより何らかの理由で摩擦係数が大きくなり、設計断面での導入力不足量が15%程度であれば、減摩剤注入が有効な方法であると結論できる。

参考文献

- 1) 橋田, 斉藤: PC橋の「ポストテンション」設計施工
- 2) G.D. Roek: Vorspannverluste bei beliebig gekrümmtem Spanngliedwerk (BETON-UND STAHLBETONBAU 5/1978)

I 群		
ケーブル番号		μ_I
C6 右		0.22
左		0.27
C7 右		0.25
左		0.27
C8 右		0.25
左		0.30
C9 右		0.30
左		0.29
C10 右		0.33
左		0.30
C11 右		0.32
左		0.35
平均		0.29

(減摩剤を使用しないケーブル)

$$P_{jI}/P_{jI} = e^{2\lambda l} / e^{2\lambda l}$$

$$\alpha = \Sigma \alpha + \frac{1}{2} \Sigma \alpha$$

表-2

(減摩剤注入ケーブル) 摩擦係数 μ と導入力比 P_{jI}/P_{jI}

II 群		
ケーブル番号		μ_{II}
C12 右		0.11
左		0.14
C13 右		0.01
左		0.11
C14 右		0.16
左		0.10
C15 右		0.20
左		0.22
C16 右		0.10
左		0.12
C17 右		0.11
左		0.16
C18 右		0.00
左		0.10
C19 右		0.14
左		0.14
C20 右		0.18
左		0.13
平均		0.12

(参考) 基礎式

$$P_i = (1 + \gamma) \cdot e^{2\lambda l} \cdot P_j$$

ここで、

$\alpha = \Sigma \alpha + \frac{1}{2} \Sigma \alpha$, $P_j = P_t + \Delta P_j$, P_t : 端部導入力, γ : ジャッキ内部摩擦, α : ケーブル単位曲げ角当り摩擦係数, λ : ケーブル単位長さ当り摩擦係数, l : ケーブル長(m), P_t : 設計断面導入力(t), ΔP_j : 弾性変形損失(t)

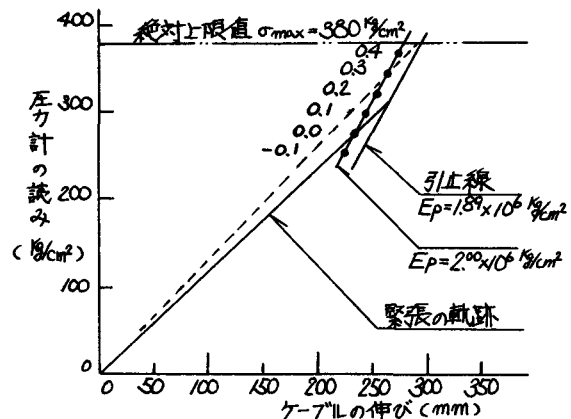


図-3 PCケーブルの緊張管理図(C18右)