

V-29

乾燥収縮時の鉄筋拘束が RC 桁のたわみに及ぼす影響

JR 東日本 東北工事事務所 正会員 ○野村 友哉

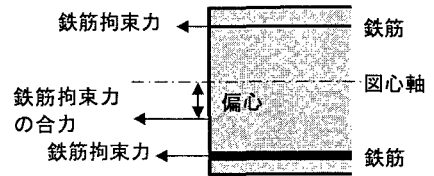
JR 東日本 東北工事事務所 正会員 大庭 光商

1. はじめに

鉄筋量の多い RC 桁では、コンクリートの乾燥収縮を鉄筋が拘束するため、コンクリートに過大なひび割れが発生しやすい¹⁾。また、桁高が小さく、上下縁の鉄筋の配筋量が不均一となる RC 桁では、コンクリートの乾燥収縮を鉄筋が拘束することによる鉄筋反力が桁に曲げモーメントを発生させ、たわみが発生すると考えられる。この鉄筋拘束力は乾燥収縮度の影響を受けるが、乾燥収縮度の設定については明確に示されているとはいえない。そこで本研究では、乾燥収縮時の鉄筋拘束が RC 桁にたわみを発生させるメカニズムについて説明し、実構造から得られたデータ及び解析結果を基に乾燥収縮度に関して考察する。

2. 鉄筋拘束によるたわみの発生メカニズム

桁高制限を受ける RC 桁の場合、作用する曲げ応力に対して、ひび割れの制限及び曲げ耐力を確保するため、圧縮側と比較して引張側の鉄筋量が相対的に増加し、上下縁の鉄筋量が不均一となる。このとき、図 1 に示すように乾燥収縮時に桁が受ける拘束力は、ひび割れ発生前においては図心軸から偏心して、ひび割れ発生後は中立軸から偏心してそれぞれ作用するため、コンクリートは偏心した軸方向力を受けることになる。その結果、桁に曲げモーメントが発生する。

図 1 拘束力の作用位置
(ひび割れ発生前)

ここで、コンクリートが乾燥収縮する際に鉄筋以外の拘束を受けないと仮定するとき、乾燥収縮度を ϵ_c 、鉄筋のヤング係数を E_s 、鉄筋の総断面積を A_s 、鉄筋拘束力の図心軸からの偏心量を e とすると、桁に発生する曲げモーメント M は

$$M = \epsilon_c \cdot E_s \cdot A_s \cdot e \quad \dots \text{式 (1)}$$

で表される。このモーメントが桁に作用することにより、構造物にたわみが発生することとなる。

以下、実構造物を対象として実際のたわみ量の計測結果と、構造物をモデル化して乾燥収縮度を適当に設定して発生するたわみ量を解析し、その結果を踏まえて乾燥収縮度について考察する。

3. 実構造を対象としたたわみの計測及び解析

3. 1 概要

鉄筋拘束力がたわみに及ぼす影響を明らかにするため、実際の高架橋を対象としてたわみ量の計測及び高架橋をモデル化して数値解析を行った。対象とした高架橋は、図 2 に示す断面で、桁長 15.0m、スパン 13.7m 桁高スパン比 1/18.3 の RC 単純スラブ桁で、供用後 22 年が経過している。

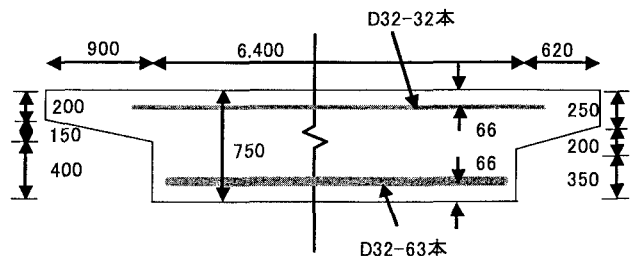


図 2 解析対象の RC スラブ桁断面 (mm)

3. 2 たわみ量の計測

計測結果を図 3 に示す。計測した桁数は

18 で、たわみ量の最大値は 28 mm、最小値は 7 mm で、平均たわみ量は 17 mm であった。この高架橋は交通量が少なく、大型車の通行がほとんど無い高架橋であることから、たわみの発生要因は主に自重と乾燥収縮に起因するものと考えられる。

3. 3 たわみ量の解析

たわみ量の解析については、桁をスパン 13.7m の単純梁としてモデル化した。設計条件は、 $E_c = 23.5\text{kN/mm}^2$ 、 $E_s = 205\text{kN/mm}^2$ とした。

実構造物では、全ての桁にひび割れが発生していたため、桁の変形に伴うひび割れの影響を考慮することとした。本研究では、解析条件として Case I、Case II の 2 種類を設定した。Case I は、ひび割れの発生が無い状態、Case II は全てのたわみがひび割れ発生後に発生する状態とした。これは、3.2 で述べた桁のたわみ量計測は時系列的に行っていないため、たわみの計測値を自重による

たわみと乾燥収縮によるたわみに厳密に区別することが困難であることによるものである。なお、Case II ではひび割れに伴う剛性低下を Branson の提案式²⁾を用いて評価して解析を行った。

解析の結果、乾燥収縮度 (100μ) によるたわみ量は Case I で 0.5 mm、Case II で 2.5 mm となった。本計算結果を用いて、実構造における計測結果との比較を行った。先に述べたように、自重によるたわみ量が不明であるため、自重によるたわみ量は設計値 9 mm とし、乾燥収縮に起因するたわみ量は自重と計測値との差分であると仮定した。

計測の結果、実測たわみの平均値は 17 mm、最大値は 28 mm であった。これより、乾燥収縮に起因するたわみ量は平均値に対しては 8 mm、最大値に対しては 19 mm となった。このたわみ量を発生させる時の乾燥収縮度を算出した結果を表 1 に示す。計算の結果、乾燥収縮度は、Case I で 1,600~3,800 μ 、とかなり大きくなる。一方、剛性低下を考慮した Case II においては 320~760 μ となることが分かった。

実構造物では、全ての桁の下面にひび割れが発生していることを考慮すると、鉄筋拘束によるたわみ量を算定する際に設定すべき乾燥収縮度は、Case II に近くなるものと思われ、その際の乾燥収縮度は最大 800 μ 程度考慮すれば良いものと思われる。

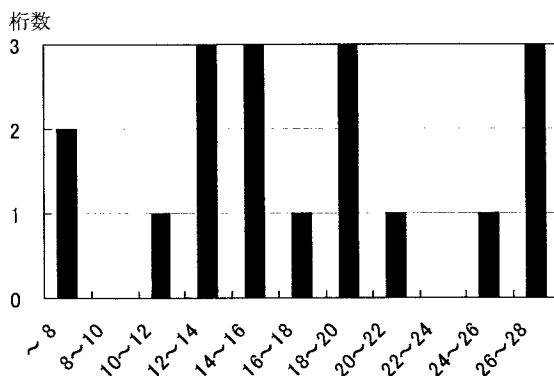


図 3 たわみ量の計測結果 (mm)

表 1 たわみ量の計測値と乾燥収縮度との関係

	計測値	乾燥収縮度	
		Case I	Case II
	乾燥収縮によるたわみ量	ϵ_c	ϵ_c
自重たわみ 9 mm	0 mm		
平均値 17 mm	8 mm	1,600 μ	320 μ
最大値 28 mm	19 mm	3,800 μ	760 μ

4. おわりに

本研究では、桁高スパン比が小さく上下縁の鉄筋配置が不均一な RC スラブ桁について、乾燥収縮時の鉄筋拘束が桁のたわみに及ぼす影響について、実構造を対象とした計測値と解析結果より、鉄筋拘束によるたわみを算定する際に設定する乾燥収縮度について考察した。本研究の結果が、桁高制限を受けるような RC 構造物の設計に役立てば幸いである。

<参考文献>

- 1) 劉勇・大野義照・中川隆夫・林田都芳；コンクリートの収縮ひび割れ幅に及ぼす鉄筋量の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，pp.751-756，2001.
- 2) ACI Committee 435；Deflections of Reinforced Concrete Flexural Members，*ACI Journal*，Vol.63，No.6，pp.637-674，1966.