

IV-3 くさび定着の定着機構に関する2,3の考察

京都大学工学部 正負 工博 岡田 清
京都大学工学部 正負 工修 藤井 学

§1. はじめ

プレストレストコンクリートのポストテンション方式における緊張鉄の定着工法に関しては、従来いろいろな工法が発表されているが、これら定着工法にはPC鋼鉄を定着するのにくさび作用を応用したものが多い。しかしこのくさび定着の定着機構に関する研究はあまり発表されていない。

本文は、くさび定着の定着機構の研究の手始めとして、定着のさいに生ずるPC鋼鉄のすべりによぼす主要因として、くさびの圧入力、くさびおよびくさび受けとPC鋼鉄との間のまきつ係数をとりあげ、これらの要因とPC鋼鉄のすべりとの関係について考察したものである。

§2. PC鋼鉄のすべり

i) 圧入力と垂直抗力

図-1に示すようなくさび(頂角 2α)およびくさび受けとからなる定着具について考える。通常この種のくさびの定着具を用いたPC鋼鉄の定着操作は、まず(1)PC鋼鉄を所定の緊張力で緊張しておき、つぎにくさびを圧入したのち、(2)PC鋼鉄の板緊張力を解放して定着を完了する。

まず(1)の状態すなわち、PC鋼鉄をP(PC鋼鉄1本につき)の力で緊張しておき、つぎに矢印(図-1)の方向にZFの力でくさびを圧入したとき、圧入力とくさびに働く垂直抗力との関係はくさびに働く力の平衡より次式で示される。

$$N_1 = \frac{F \cos \lambda_1}{\sin(\alpha + \lambda_1)} \dots \dots \dots (1)$$

上式で、 N_1 はくさびに働く垂直抗力、 λ_1 はくさびとPC鋼鉄間のまきつ角。

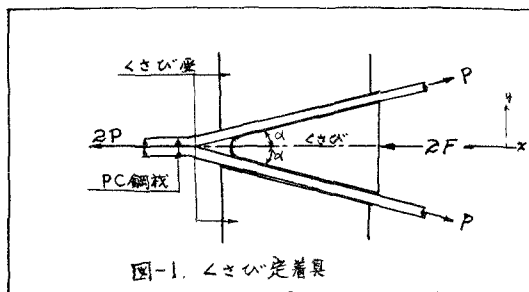
くさびを圧入した力ZFをとり除いた場合、くさびが抜けてないことがくさび定着における基本條件である。いまこの条件を求めるために、ZFとは逆方向にZF'の力を作用させて、まきにくさびが抜けたそうとしたときの力の平衡を考えよと次式が成立つ。

$$F' = N_1 \{ \sin(\lambda_1 - \alpha) / \cos \lambda_1 \} \dots \dots \dots (2)$$

従って $\lambda_1 < \alpha$ の場合は $F' < 0$ となり、くさびは $-ZF'$ の力でおさえないと自然に抜けてくることになる。故にくさびが抜けでないためには $\lambda_1 \geq \alpha$ でなければならない。

ii) 緊張力と垂直抗力

板緊張力を解放すると、 $\lambda_1 \geq \alpha$ の条件を満足している定着具であれば、PC鋼鉄とくさびとは一体となって内方に移動する。この移動が終つて、Pの力が定着されたとすると、Pと垂直抗力との関係は、力の釣合条件より次式で表わされる。



$$N_1 = P \cos \alpha \cos \lambda_2 / \sin(\alpha + \lambda_2) \quad \dots \quad (3)$$

ただし、 λ_2 は PC 鋼材とくさび受け向のまきつ角。垂直抗力 N_1 とくさびに働くまきつ力 $R_1 = N_1 \tan \alpha$ との合力 Q_y はくさびの軸方向と垂直になり次式で表わされる。

$$Q_y = P \cos \lambda_2 / \sin(\alpha + \lambda_2) \quad \dots \quad (4)$$

iii) くさびのめりこみ

PC 鋼材、くさびおよびくさび受けの各部材に塑性変形は生じないものとすると、くさびの軸方向と垂直の力 Q_y に基づいて各部材は弾性変形をおこし、くさびは内方に動くものと考えられる。いま破緊張力 P だけ解放したときの Q_y によるくさび、くさび受けおよび PC 鋼材の y 方向 (くさびの軸方向に垂直) の変形量をそれぞれ y_m, y_f および y_s とするとこれら各変形量は Q_y とある関数関係にある。いま簡単のため各変形量は Q_y と一次比例の関係にあるものがあると、 $y_m = k_m Q_y, y_f = k_f Q_y, y_s = k_s Q_y$ (k_m, k_f, k_s = 比例定数) とする。従ってくさびのめりこみ量 (x 方向) x_p は

$$x_p = (k_m + k_f + k_s) \cot \alpha Q_y \quad \dots \quad (5)$$

(5) 式に (4) 式を用いると次式となる。

$$x_p = k P \cos \lambda_2 \cot \alpha / \sin(\alpha + \lambda_2) \quad (k = k_m + k_f + k_s) \quad \dots \quad (6)$$

以上の破緊張力を解放するさいに用いた仮定かくさびを圧入するさいにも成立つものがあると、いま ZF の力でくさびを圧入するときのくさびのめりこみ量を x_f とすると、 x_f は (1) 式より次式で表わされる。

$$x_f = k F \cos \lambda_1 / \sin \alpha \sin(\alpha + \lambda_1) \quad \dots \quad (7)$$

くさびを圧入力 ZF で押しこんだ後に緊張力 P の定着が完了するまでのくさびのめりこみ量を x とすると、 $x = x_p - x_f$ となり、この式に (6), (7) 式を代入すると x は次式となる。

$$x = \frac{k P}{\sin(\alpha + \lambda_1) \sin(\alpha + \lambda_2) \sin \alpha} \{ \cos \lambda_2 \sin(\alpha + \lambda_1) \cos \alpha - \beta \cos \lambda_1 \sin(\alpha + \lambda_2) \} \quad \dots \quad (8)$$

こゝに $\beta = F/P$ である。

くさびの圧入力 F が大きくおれば全くくさびのめりこみなしに緊張力を定着できることが予想される。これは (8) 式において $x \leq 0$ とおけば求めることからできる。すなわち

$$F \geq P \cos \lambda_2 \cos \alpha \sin(\alpha + \lambda_1) / \cos \lambda_1 \sin(\alpha + \lambda_2) \quad (9)$$

§3. むすび

PC 鋼材のくさび定着におけるおべりにおはる要因として、圧入力、くさびおよびくさび受けと PC 鋼材間のまきつ係数とをとりあげ、これら要因の相関関係について、弾性範囲内で考察を行なったが、結論を要約すると、PC 鋼材のおべりを小さくするには、

i) くさびの圧入力はできるだけ大きくする。これは (5) 式より明らかなである。

ii) くさびと PC 鋼材間のまきつ係数はできるだけ小さく (但し $\lambda_1 \geq \alpha$)、くさび受けと PC 鋼材間のまきつ係数はできるだけ大きくすることである。これは $\alpha = \text{const.}$ の場合、(6) 式より明らかなである。

なお、くさびの破壊残留についても若干の考察を行なったが、これについては発表を待たせる。