

川田工業㈱ 正会員 北島 彰夫
川田工業㈱ 正会員 越後 竜
川田工業㈱ 正会員 ○町田 文孝

1. はじめに

鋼・コンクリート合成構造の特長は鋼材の有する引張強さ、コンクリートの有する圧縮強さを十分に発揮させ、鋼材の圧縮に伴う座屈現象、あるいはコンクリートの引張に対する弱さといった互いの弱点を相補い、全体として合理的な構造とした点にある。しかし、構造材料にコンクリートを使用することの宿命としてコンクリートのフリーア・乾燥収縮を考慮に入れた設計・施工を行うことが常に要求される。

従来、フリーア・乾燥収縮解析は任意断面形状・任意外力等の条件下では困難であったが、本報告下は変形法による平面解析法を応用し、コンクリートが使用されている構造であればPC桁を含めほとんど全ての構造に適用できる解析法を提案し、解析プログラムによる計算例を用いてその妥当性を検討する。

2. 解析法

施工時からの構造物の応力・変形状態は断面内下のフリーアによる微小時間経過後に現われる応力転移を計算し、この応力転移中に生じた拘束なしの部材変形が分かればフリーア・乾燥収縮を1つの外力として統一的に取扱いうる固定端断面力を算定することができ、変形法の適用により微小時間に対応して発生する不均衡力、それに伴う応力・変形が求まるので、これに逐次積分法を適用すれば追跡が可能となる。

今、図-1に示す材料から成る断面が外力作用を受けた場合の任意時刻における配分断面力が各々 $N_s, M_s, N_e, M_e, \dots$ 下あ、たとする。この状態から微小時間経過後、下コンクリート、上コンクリートのフリーア・乾燥収縮ひずみが各々 $\Delta\epsilon_{sc}, \Delta\epsilon_{se}, \Delta\epsilon_{su}, \Delta\epsilon_{su}$ だけ進行し、その結果新たな配分断面 $\Delta N_s, \Delta M_s, \Delta N_e, \Delta M_e, \dots$ が発生したものとす。この時、コンクリートの塑性ひずみは鋼材、鋼棒等によって自由な変形が拘束されるので、この点を考慮に入れて配分断面力を求めると、配分断面力間の力の釣合は

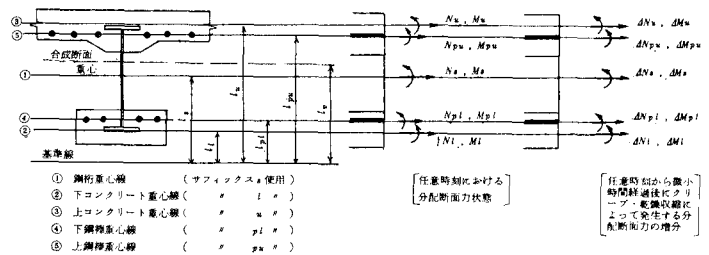


図-1 配分断面力状態図

$$\Delta N_s + \Delta N_e + \Delta N_u + \Delta N_{pe} + \Delta N_{pu} = 0$$

$$\Delta N_s \cdot l_s - \Delta N_e \cdot l_e - \Delta N_u \cdot l_u - \Delta N_{pe} \cdot l_{pe} - \Delta N_{pu} \cdot l_{pu} + \Delta M_s + \Delta M_e + \Delta M_u + \Delta M_{pe} + \Delta M_{pu} = 0$$

となる。また、断面は完全な合成断面と考えているため、回転ひずみは各材料について等しくなければならないことから、回転ひずみの適合条件は

$$\frac{\Delta N_s}{E_s \cdot I_s} = \frac{\Delta M_s}{E_s \cdot I_{ps}} = \frac{\Delta M_{pu}}{E_{pu} \cdot I_{pu}} = \frac{\Delta M_u}{E_u \cdot I_u} + \frac{M_e}{E_{se} \cdot I_e} \Delta l_e = \frac{\Delta M_u}{E_{su} \cdot I_u} + \frac{M_u}{E_{su} \cdot I_u} \Delta l_u$$

$$\epsilon_{sc} = \frac{\Delta \epsilon_{sc}}{1 + \Delta \epsilon_{sc}} \quad , \quad \Delta l_e = \frac{\Delta \epsilon_{sc}}{1 + \Delta \epsilon_{sc}}$$

となる。

また、軸方向ひずみに関する適合条件は

$$\frac{\Delta N_s}{E_s \cdot A_s} + \frac{\Delta M_s}{E_s \cdot I_s} (l_s - l_{pe}) = \frac{\Delta N_{pe}}{E_{pe} \cdot A_{pe}}$$

$$\frac{\Delta N_s}{E_s \cdot A_s} + \frac{\Delta M_s}{E_s \cdot I_s} (l_s - l_{pu}) = \frac{\Delta N_{pu}}{E_{pu} \cdot A_{pu}}$$

$$\frac{\Delta N_s}{E_s \cdot A_s} + \frac{\Delta M_s}{E_s \cdot I_s} (l_s - l_e) = \frac{\Delta N_e}{E_{se} \cdot A_e} + \frac{N_e}{E_{se} \cdot A_{se}} \Delta l_e - \Delta \epsilon_{sc}$$

$$\frac{N_k}{E_s A_s} + \frac{N_k}{E_s I_s} (l_s - l_u) = \frac{N_k}{E_{yu} A_u} + \frac{N_k}{E_{yu} A_u} d l_u - N_{su}$$

となる。

上記の式を連立方程式を解くことにより新たに発生する増加配分断面力が求まる。このようにして求めた増加配分断面力を初期配分断面力に重ね合わせるにより、新たな初期配分断面力が求まる。これを逐次積分法を用いて実行することにより静定構造の場合の配分断面力を求めることができる。

しかしながら、不静定構造物になると断面内で新たに発生した配分断面力による変形が拘束を受け、新たな不静定断面力が生じ、その不静定断面力による配分断面力が生ずる。この配分断面力を加えることにより不静定構造の配分断面力を求めることができる。

また、変形法を導入するにあたり、クリープ・乾燥収縮により部材にひずみが生ずるということは、部材に温度変化・温度差が生じた場合と力学的に差異はなく、一種の外力と考えられる。そして、この時の固定端断面力を求めることにより、後は通常の変形法の適用により変形・断面力を求めることができる。

3. 計算例

本解析法の静定構造に関する妥当性を検討するために実橋の測定結果と比較検討を行う。

今、図-2に示すようなプレキャストコンクリート橋について解析を行うことにする。計算結果および実橋の測定結果の一部を図-3に示す。

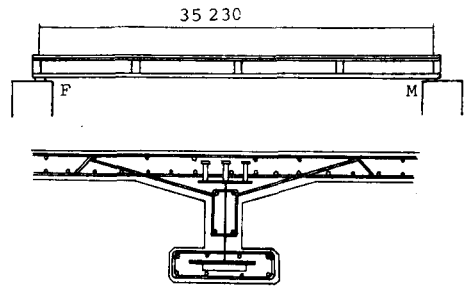


図-2 一般図

鋼筋上縁と下縁の応力について着目すると施工段階初期において計算値と実測値との間に多少の応力の差が生じているが、これはフレキション時の載荷台等についての支持条件が実際には複雑であるが、計算上は一時的な応力差と考えたため、単純な支持条件として計算を行ったためである。また、下フランジコンクリート、鉄筋における初期の応力、ひずみ差は有効断面の取り方が計算と実橋では若干異なるためだと思われるが、全体的な傾向について計算値はほぼ実測値と同じ傾向を示している。さらに、床版コンクリートについても計算値と実測値との間において若干の差が生じているが、同様に全体的な傾向はほぼ一致している。

これらのことより、本解析法は妥当であり、今後の鋼・コンクリート合成構造の設計・施工において十分利用できるとと思われる。

なお、計算結果の詳細については講演会当日に発表することにする。

<参考文献>

1) 北見彰夫：鋼・コンクリート合成構造の利

用クリープ・乾燥収縮解析，川田技報. Vol. 3, Jan., 1983

2) 星望正明・佐伯彰一：コンクリート斜張橋のクリープ解析，土木学会論文報告集，第295号，1983年3月

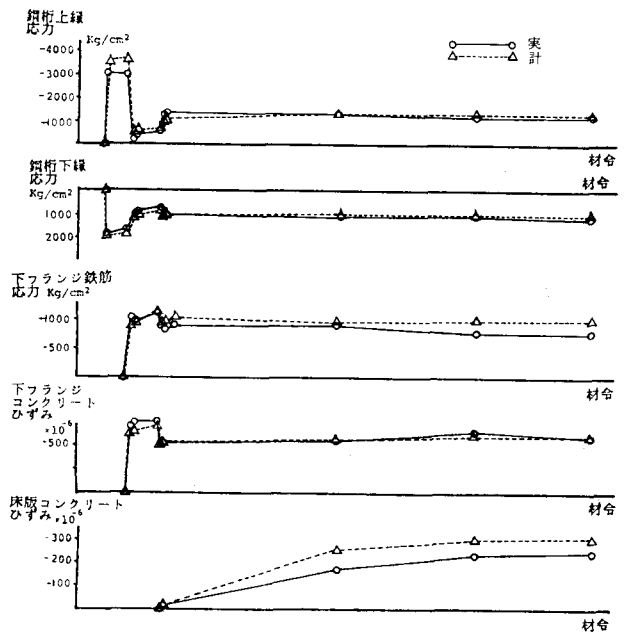


図-3 応力・ひずみ-材料