

PC 桁の事故とその対策

(2)

支保工の事故

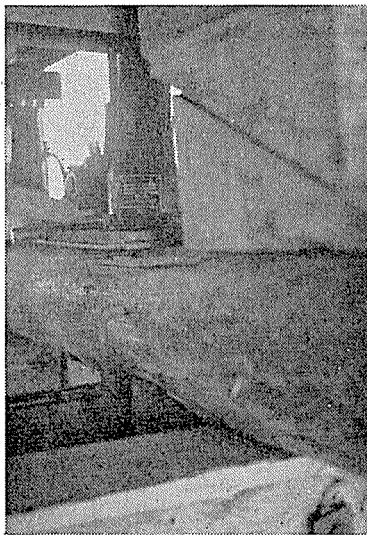
プレストレスト コンクリート

編集委員会

1. 木製支保工に生じた欠陥

木材のせん維に直角方向の支圧強度は、せん維方向の強度に較べてかなり低いので、垂直な柱をそのまま水平材の底面または上面にあてて使うと、水平材のせん維に直角方向の支圧応力が過大になることがある。特に水平材にたいこ落しを使った場合には、垂直材の端面の一部だけが水平材に接していることがあり、支圧応力はさらに大きくなり、その点からせん維は次第に破壊され支圧面全体の圧壊となる。写真—1 はA橋の例であり、写真—2,3 はS橋の例である、いずれも水平材に、たいこ落しを用い、コンクリート打設による荷重によって垂直材が水平材に食い込んだ事故例である。なを 写真—1 に示

写真—1



写真—2

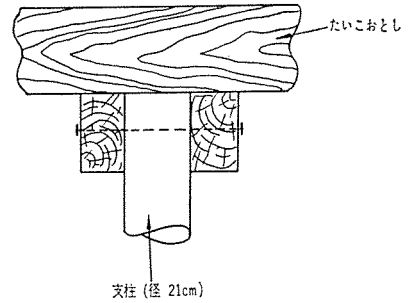


写真—3

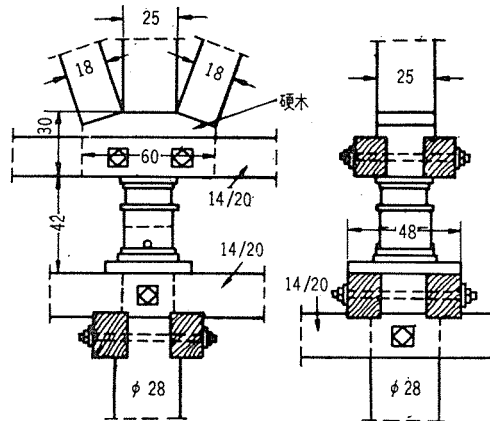


すA橋の場合は、支柱上端で 図—1 のように、15×12 cm の角材が両側にボルトで締めつけてあったが、支柱のくい込みによってボルトは曲ってしまった。この

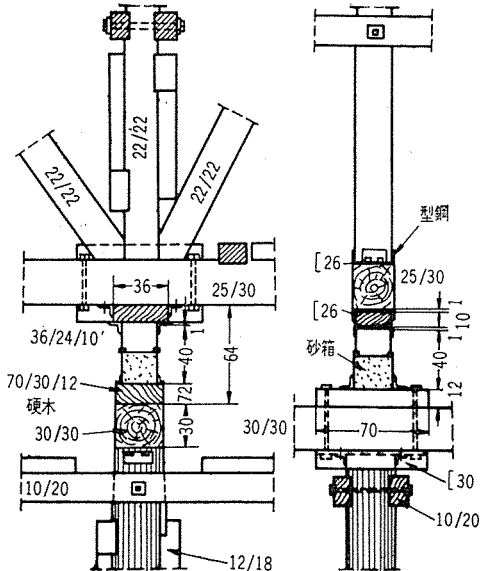
図—1



図—2



図—3



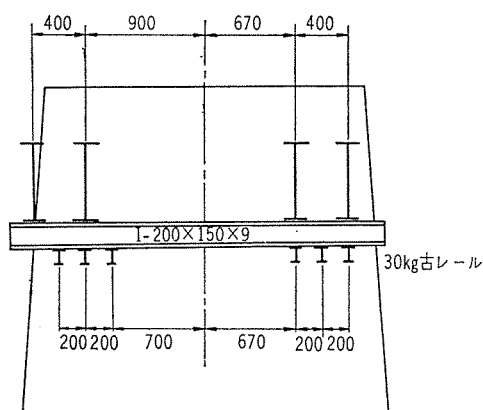
ような方法では充分支圧を分布させることができないことがわかる。支圧の分布には、図—2 のような硬木、または 図—3 のような型鋼を支圧面に介するのが有効である。図—1 の場合、もしも両側に添わせた角材の支圧角が充分支圧力に抵抗できればそのときの平均支圧応力度は 13 kg/cm^2 であるが、支柱端面だけが接するとすると 33 kg/cm^2 となる。一般にせん維に直角方向の許容支圧応力度は針葉樹で 20 kg/cm^2 、カツ葉樹で 35 kg/cm^2 と

されているが、前述のように、端面が一様に接していない場合を考えると局部的にこれ以上の相当高い支圧力が作用したと考えられる。A橋の場合は、箱型断面のPC桁で、腹部が硬化してから上床版を打ったところ、しばらくして支柱のめり込みを生じたもののようで、この結果、支柱付近のコンクリート桁にひびわれが生じた。このような破壊を生じなかった支柱でも支圧力が大きかったためコンクリート打設時の目地の変位量は1ヵ所当たり、4~5mmに達した。なお写真-3のように、1列の支保工で、隣接の支保工との間の筋かいが不十分の場合は、局部的なせん維のくい込みにより、上部のくさびは傾斜をきたし、きわめて危険な状態となった。

2. 橋脚に埋込んだ桁受けの古レール折損による事故

橋脚などの永久構造物に鋼材を埋め込んで、支保ばりを受けることは場合によっては非常に経済的で、かつ安全な方法であるが、E橋では桁受けに古レールを用いたところ、桁コンクリートの約1/2を打設したときに、それが折損して、支保ばりが落下し、大きな被害を生じた。E橋は箱型断面のPC橋で、腹部の直下に、2本ずつのIビーム(600×190×13)を置き、この2本のIビームを枕Iビーム(200×150×9)を介して図-4のように橋脚に埋込んだ3本の30kg古レールで支えた。古レールはその上面が3本とも同一水平面にあるように注意

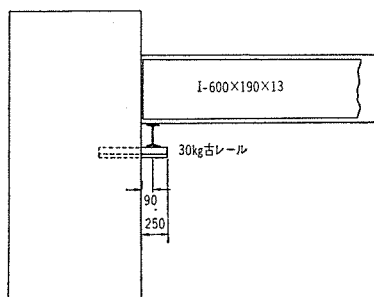
図-4



して埋込んだ。枕Iビームと古レールとは軽く溶接して止めた。

図-5は古レールの埋込みの状態を示している。このとき、橋脚本体の鉄筋に支障する

図-5



ためレール底部の半分を溶断してあり、レールの破断はまずこの個所で生じたもののようである。他の2本のレールは枕ばり溶接断面で切断していた。別側では古レールでなく200×150×9のIビーム片を2個埋め込んであったが、これは折れていない。枕ばりの橋脚側面からの距離 e は設計に考えていたよりもかなり大きくなっていた。これは古レールとの溶接作業のためと思われる。

この事故は古レールの使用と桁受のコンクリート内のうめこみに関して貴重な教訓を与えるものである。

まず桁受を構造物内にうめこむ場合には、鉄筋に支障することが多いから、あらかじめその位置などについてよく検討し、やむをえない場合には許可をうけて構造物の配筋を変更することも考えられる。コンクリート埋込み部でも、桁受には固定モーメントがなお作用するので、この例のようにみだりに切断してはならない。

桁受のように短い部材ではわずかな位置の変動によっても部材に生じる曲げ応力に大きな影響をおよぼすから支保ばりの反力の作用位置を正確にとるとともに、設計でも余裕をもたせておくべきであろう。また各うめこみ材になるべく等分に荷重を受るように正確に埋め込むとともに埋込み材には、もろい材質のものはさけ、設計荷重も均等分布として求めた値をいく分わりましておいた方がよからう。

つぎに古レールであるが、レール材は炭素の含量が多いのでガス切断したり、溶接などして熱を加えると材質が変化する危険がある。材質の変化をさけるには余熱し、急冷をさけなければならないが、現場作業では実際問題としては不可能に近い。この事故例は、埋込み部の断面が少なくなっている上に荷重の偏心量が設計に考えていた値よりも大きく、断面に大きな応力を生じたことが第一の原因であろうが、さらにガス切断、溶接などで材質が変化して、もろくなっていたことも事故発生要因となったと考えられる。

レール材は、このような材質変化を生じなくても元来SS材に比して破壊時の変形の小さいものである。古レールは、さらにどのような傷や、材質上の欠陥があるかわからないので、重要な支保工部材には使用しない方が安全であろう(国鉄の軌道整備心得では、丙線、簡易線で取換を要する30kgレールの断面減少率は20%としている)。

3. 洪水による支保工の変状

G橋では写真-4にみるようなコンクリート基礎の上に支柱を立て、くい基礎としなかったため洪水にあって足をさらわれ、型わく、鉄筋などを流された。洪水時には、たまたま常時の流水区間を施工中であり、水路を仮

写真—4

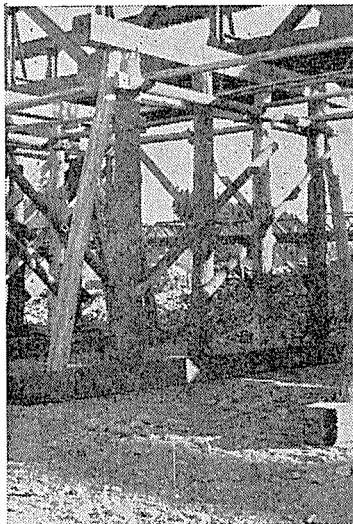


りに移設し、砂利を盛った上に支柱を立てていた。

またP橋でもG橋と同じ種類の事故にあってい。写真—5に示すように、砂利玉石の河原を転圧し、支保工と直角方向にべた

にまくらぎを敷き詰め、その上に木製支保工を組み上げていた。この橋でも、洪水時に常時の本流区間を施工するため水路のつけ換えを行ない、約1m高さに砂利を盛って同一構造の支保工を立てた。洪水は60年来の特殊なものであったとはいえ、基礎

写真—5



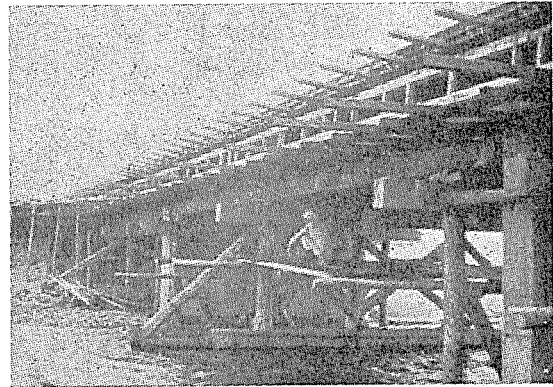
写真—6



でなかったため完全に支保工材料、型わく、PC鋼材、鉄筋などが崩壊し押し流された（写真—6）。

これに反し、砂利質地盤でも、くい基礎とし、また、流れ方向の安定性がよかったため洪水に耐えた支保工の例（写真—7）もある。以上の例から考えて、砂利層などで相等安定した箇所でも、万一にも増水によって、支保工の基礎が洗われ、洗掘する恐れのある場合には、沈

写真—7

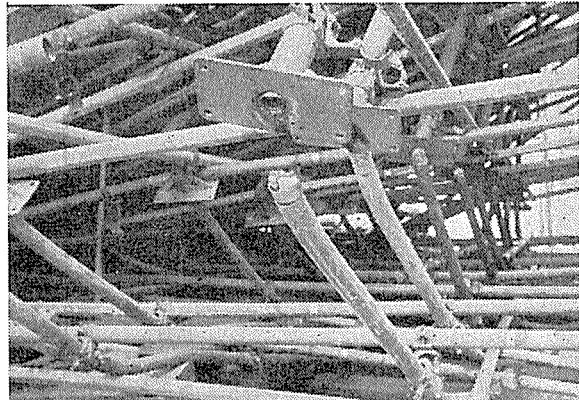


下変状はもちろんのこと、前述例のように流失も考えられるので、くい基礎とすることが望ましい。

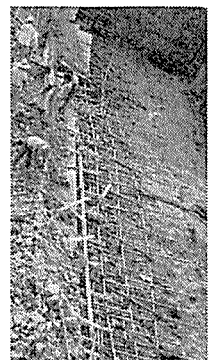
4. パイプを用いた支保工の座屈による事故

L橋では、図—6に示すようなパイプ支柱として、単管2本を継ぎ足して高さ約7mのものを箱型断面PC桁に用い、筋かいがA～A断面に設けたのみであり、他の断面では図示のようにます目に組立てられていた。この状態でコンクリートを打設中に写真—8および写真—9に示すような座屈破壊を生じた。この場合A～A断

写真—8

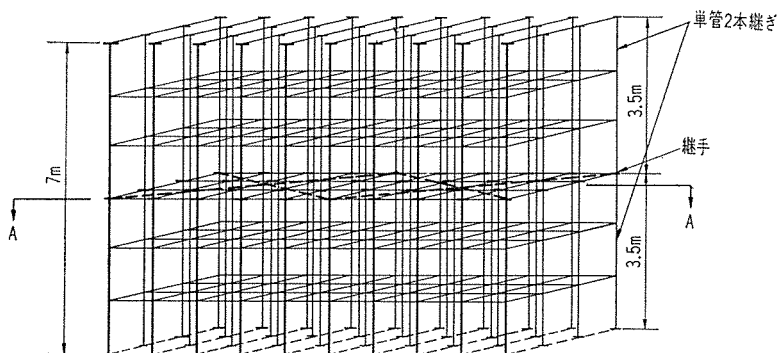


写真—9



面には筋かいがあったため、この断面はほとんど平面を保持したままで座屈が生じている。図—7,8は、本橋のパイプ支保工の構造を簡易化したものである。この場合座屈に対する横方向抵抗はA～A断面の筋かいによってはただ各柱の曲げ抵抗を均一にしたにすぎず、特にこの断面において柱はヒンジに近い状態で接続されていたに過ぎないためほとんど抵抗力が考えられない。最近この種のパイプ足場を用いる例が非常に多くなってきており、必要な強度がえられる構造を注意して採用すれば、非常に便利で強固な支保工材であるが、使用を間違えると大きな被害を引き起こす

図-6



ので気の付いた点について以下記してみたいと思う。

(1) 支保工の耐力計算に用いる部材の座屈長さをどう考えるか

市販されている支保工用製品を数段継ぎ足して、一種の支保工とする場合の耐力計算に必要な部材の座屈長さをどう考えるか。

図-6,7,8 に示すような単管2本継ぎの場合について考えてみる、単管の中間継手部付近の水平面は A-A' 断面に示したように筋かいを入れてこの平面においての剛性は相当大きくしてあるために支保工の耐力計算の際には、上下各単管長さをそのまま座屈計算に用いる部材の長さとして許容耐力を定めたのである。

この場合鉛直面に対しての筋かいはほとんど使用していなかった。

このような場合支保工部材の座屈長さは A-A' 断面を考慮に入れない全長（単管長の2倍）を用いるべきであった。あるいは支保工を各単管長さで計算するに必要な筋かいなどで鉛直面の剛性を増すように補強すべきである。

同時に、支保工には計算した耐力以上の荷重が働かないようにつぎのことに注意すること。

a) コンクリート打設順序および方法などによっても各支保工に有害なほど不均一荷重が作用することがあ

図-7

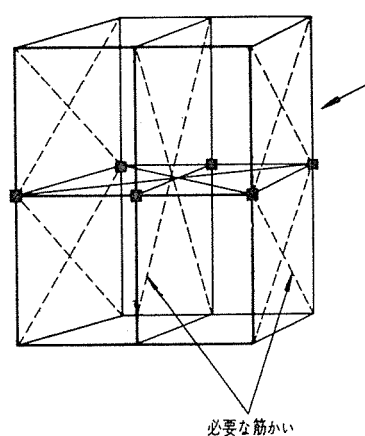
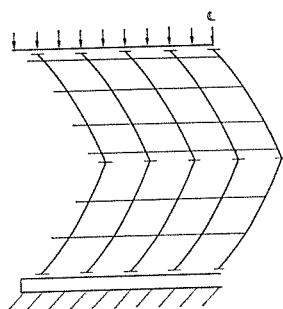


図-8



る（支保工に上揚力が働くこともある）。

b) 施工中に生ずる基礎工の不等沈下によって、極部的に荷重が集中することのないように基礎工の耐力試験などを行なうこと。

(2) 支保工用製品の継手効率は 100% 有効か

支保工用製品の継手構造には大きくわけてつぎの2とおりがある。

a) ピン構造のように、部材からの軸力とせん断力だけを伝達する継手構造

b) 部材強度と同程度の曲げ剛度および軸力とせん断力を伝達する継手構造

そこで支保工用製品を利用する場合には、使用目的を満足する継手構造を選択すべきことはいうまでもないが写真-8 に見られるように、いずれともつかない中途半端な溶接継手構造などを持った支保工用製品は、事故を招きやすいので注意を要する。

継手部の曲げ剛度が十分期待できない支保工用製品は、この継手部を軸力とせん断力だけを伝達する明解なピン構造として、問題が生じないように、筋かい等で十分補強して支保工を組上げることが事故を防ぐ第一である。

図-9 (a)

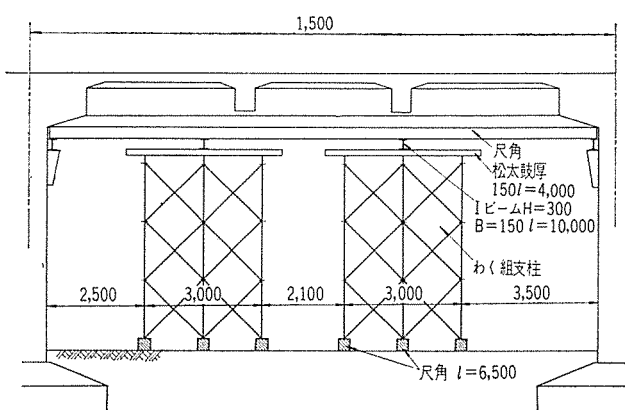
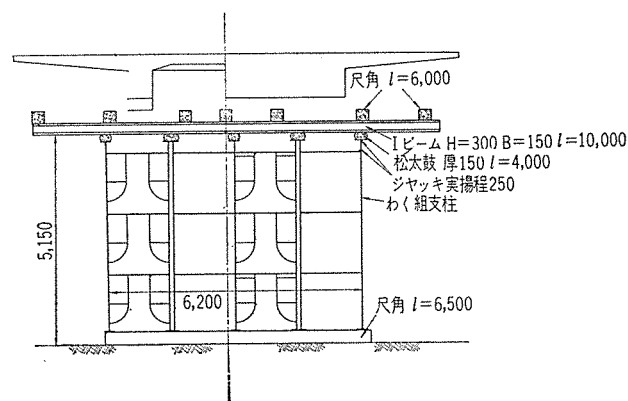
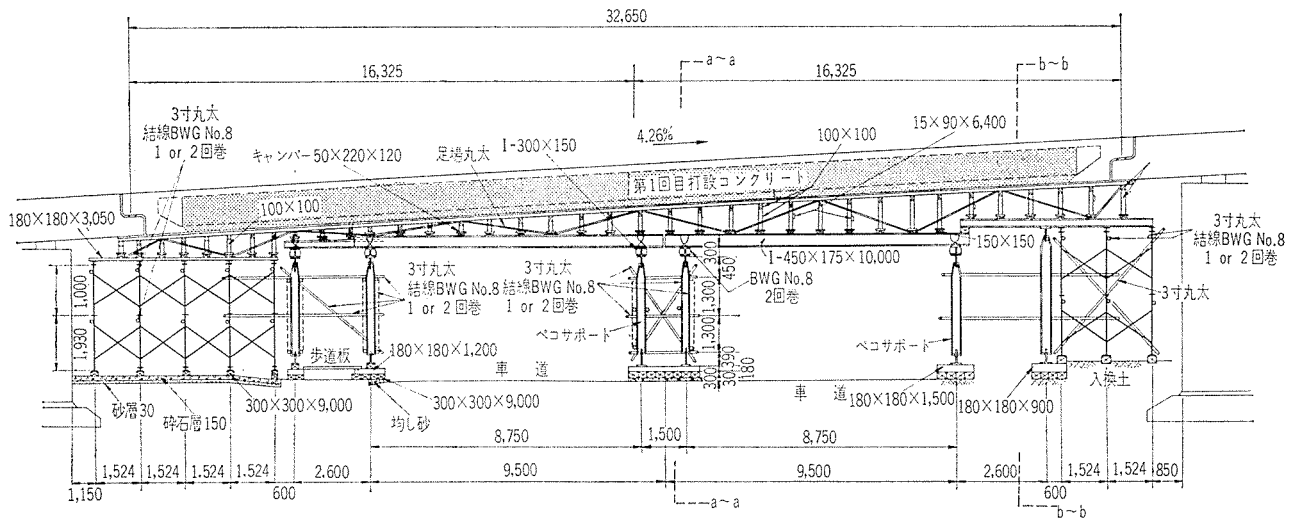


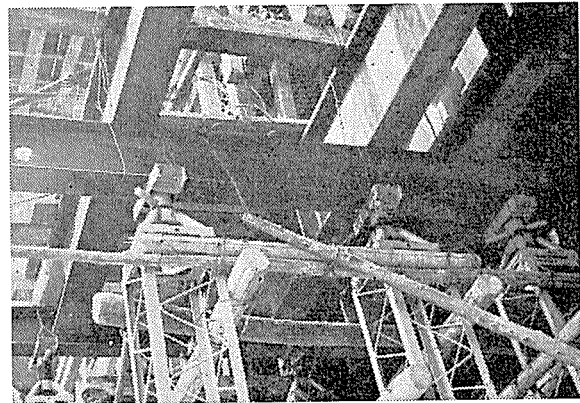
図-9 (b)



図—10



写真—10



さらに鉛直方向の衝撃と同時に、水平方向の横振れに対しても浮いたり、踊ったり、また、すべりを生じない継手構造であるように、十分注意することが必要と思われる。

5. 荷重伝達の誤算による事故

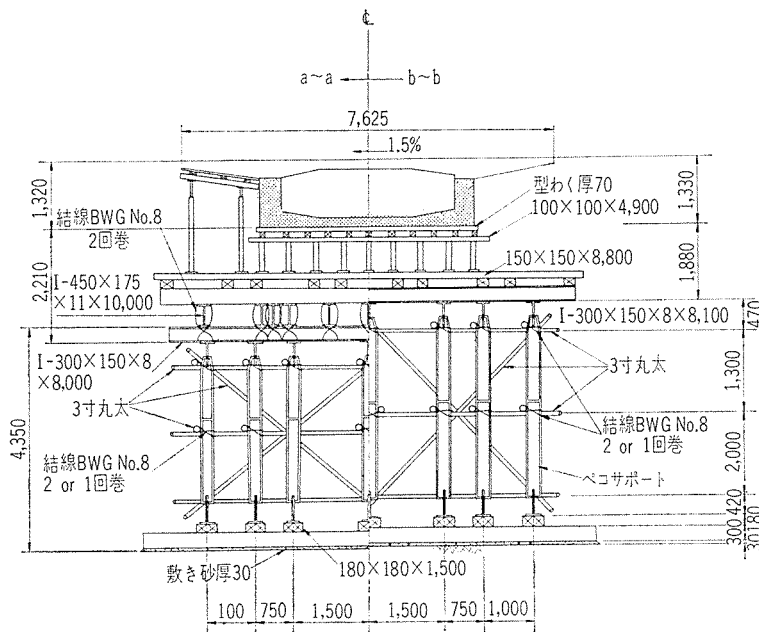
F橋では図—9(a),(b)に示すように橋軸方向の支保ばりに尺角を用い、これを橋脚にとりつけた桁受けと、中間部2箇所を支えた。中間支柱は、それぞれ3列のわく組支柱よりなり、そのうち中央の1列だけが尺角の支点直下にあるが、西側の2列は1.5mも離れており、中央支柱とは上端にとりつけた水平な材とわく組用交差筋かいだけで連結されている。

わく組の交差筋かいは、元来支柱の座屈防止のために

設けられているものであり、荷重を伝達するためのものではないので、このような配置をしたのでは両側の支柱列は支保ばりの荷重に対して、十分有効には働かない。

この結果コンクリート打設終了後、コンクリートががる程度硬化してから、中間支柱が沈下し、RC桁にひびわれを生じた。

図—11 断面図



6. 勾配区間の勾配の注意を怠った事故

H橋は、図—10のように、勾配区間に架設された箱型断面のPC橋である。事故発生の2週間前に、底版および腹部コンクリートの打設を完了し、床版コンクリートを打設中、スパン中央部まで打ち終ったとき、支保工が倒れ崩壊したものであり、とかく怠りがちな水平方向の安定について警告と反省を与える事故の一例である。

構造は図—10,11に示すように上段の木製支保工については、筋かいが縦断方向にのみ設けてあったが、これは支保工組立て

のためであり、床版張出し部を受けるパイプサポートも、同様に筋かいおよび水平のつながりも無かった。下段の支保工についても、支保ばりと支柱は番線によって結合されており（写真-10）、水平抵抗に対しては、摩擦にたよる状態であった。支保ばりとして高さの高いIビームの使用に際して、転倒防止の考慮も不足していたように考えられる。また車道両側の組立式支柱の筋かいつながりも不十分であった。崩壊の状態は、支柱については、上り勾配方向に倒れており、まず床版張出し部のパ

イプサポートが倒れ、その衝撃により勾配による水平力が、縦横方向に不安定な支保工に作用したためと推定される。

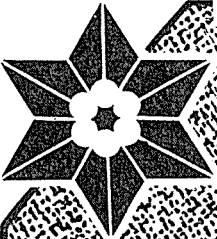
とくに勾配区間においては、上記のような構造上の諸点に十分注意し、水平力の検討は必ず行なわなければならない。なお支保ばりはスパンの許す限り、1本の通しものを用い、両端を固定物に突きつければ、水平方向の安定性は比較的簡単な構造で確保することができる。

（練集責任者：小寺，小池，御子柴の各委員）

転勤（または）転居御通知の御願い

会誌発送その他の場合、勤務箇所の連絡先が変更になっていて、お知らせがないため郵便物の差戻しを受けることがたびたびあります。不着の場合お互に迷惑になるばかりでなく、当協会としても二重の手数料と送料とを要することになりますので、ご変更の場合はハガキで結構ですからただちにご一報下さるようお願いいたします。

東京製綱製品



PC.WIRE & STRAND

製造元 **東京製綱株式会社**
 発売元 **東綱商事株式会社**

東京都中央区日本橋室町2丁目8番地 古河ビル四階
 電話 (211) 2851 (大代表)