

萩・三隅道路玉江橋事故調査報告書（概要）

1. 工事の概要

- ・工 事 名: 萩・三隅道路玉江橋下部その3工事
- ・工 事 場 所: 山口県萩市山田地内
- ・工 事 内 容: 玉江橋の橋脚工事 (P2橋脚、P3橋脚)



図 1.1 位置図・平面図

2. 事故の概要

・事故発生日時

平成 20 年 8 月 21 日 (木) 10 時 20 分頃

・事故概要

P2橋脚の深礎杭 (直径 9m、長さ 20m) の主鉄筋組立ての準備を8人の作業員が深礎杭の中で作業中、前日までに杭底から 17.2m まで組み立てた主筋を除く帯鉄筋および中間拘束筋が崩れた。

・被害状況

8名中1名はすぐ脱出したが7名が中に閉じこめられ、事故発生から約2時間20分後の12時40分までに全員が救出され、6名が病院に搬送された (8名のうち6名が軽傷、2名が重傷)。

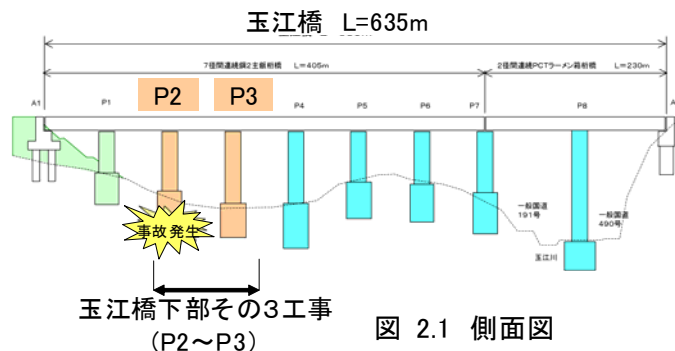
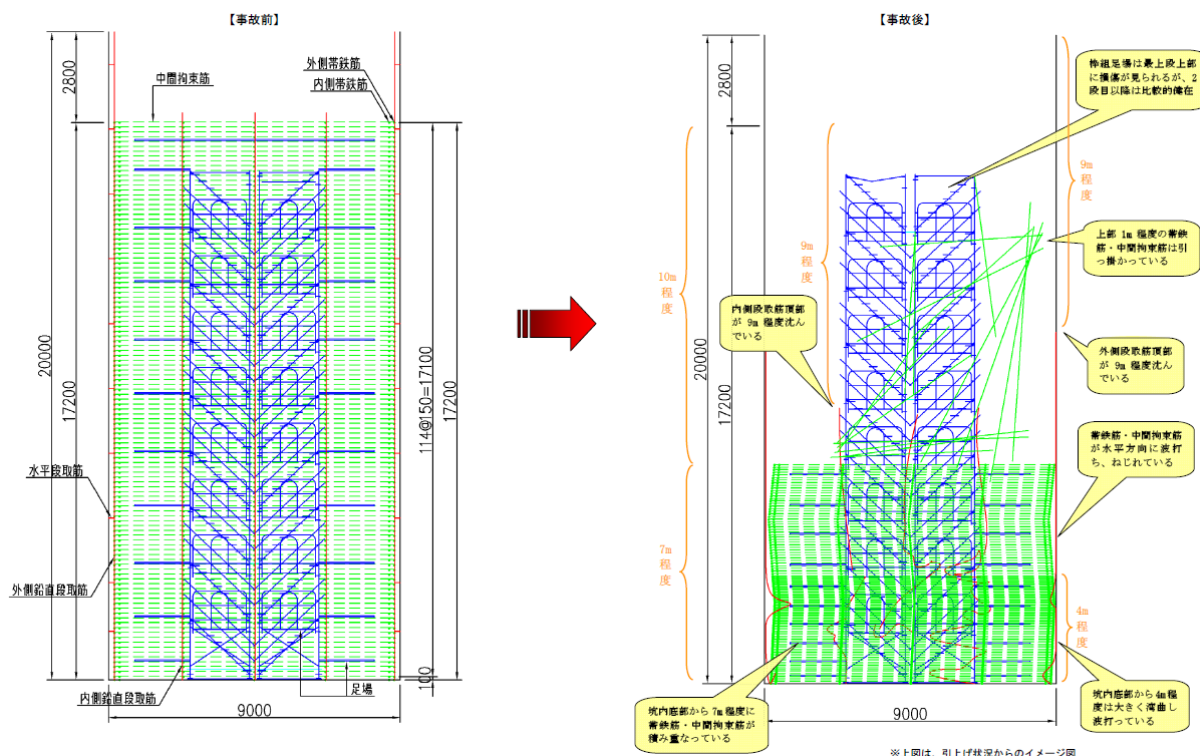


図 2.1 側面図



3. 調査の概要

事故原因の究明を行うに当たり、事故後の現地調査および施工従事者への聞き取り調査を実施し、各部材および坑内の変状、施工方法、当日の作業および事故直前の状況等を明らかにした。

3. 1 現地調査結果

(1) 構造鉄筋：帯鉄筋・中間拘束筋

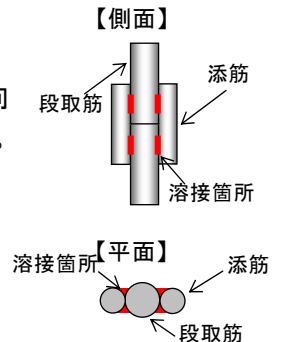
天端から10m程度沈んだ状態で、概ね組立形状を保持したまま落下し折り重なっており、坑内底部から4m付近より浅い位置では組立時の15cm間隔を保持している。折り重なった断面の状況は、概ね段取筋の湾曲に追従し、平面的な“偏心”や“ねじれ”が見られる。

(2) 内側段取筋

基部付近が繰り返し湾曲している。基部の屈曲部（湾曲部の頂点）は概ねP1方向を向き、下端から屈曲部まで800mm程度で外側段取筋も含め共通の状況であった。

継手部は2本の添筋と段取筋を溶接しており（右図参照）、溶接長にバラツキが見られる。継手部で破断している箇所も見られる。

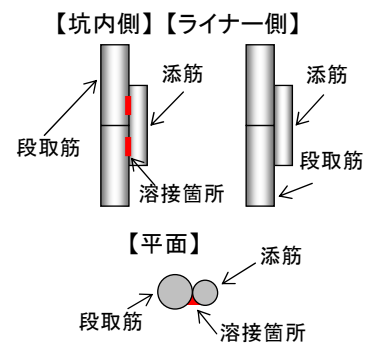
継手は1本当たり12箇所、最下段を除き1.25m間隔にある。



(3) 外側段取筋

基部付近が繰り返し湾曲している。基部の屈曲部は内側段取筋と同様である。

継手部は1本の添筋と段取筋を坑内側のみ溶接しており（右図参照）、溶接長にバラツキが見られる。ほとんどが継手部で破断している。



(4) 水平段取筋

深さ方向に1~2mピッチで、補強リングのフランジまたはライナープレートに溶接されている。

ほとんどが両端の溶接部から破断し落下している。

水平段取筋は、いずれも下向きに傾いており、横方向に動いた痕跡は見られない。

(5) 枠組み足場及び足場板

最上段に破損が見られるが倒壊はなく、ほとんどが健全であった。

(6) 底部に堆積している土砂

外周方向に土砂の崩落が見られた。崩落した土砂は帯鉄筋で遮られ山積みとなっていたが、坑内側には散乱していない。土砂崩落は事故後もあり、事故前にどの程度堆積していたかは不明である。

(7) 底部均しコンクリートの状況

底版均しコンクリートの鉛直段取筋位置に圧壊痕が見られる。

3. 2 鉛直段取筋最下部の曲がり方向

鉛直段取筋最下部の曲がりの方向および下端から屈曲部までの長さについて整理を行った。

1) 屈曲部の向きは概ねP1方向を向き、変形方向が一定である

2) 下端から屈曲部までの距離は800mm程度で一定である。

3) C, F, I の内側鉄筋は、曲がりの方向側に中間拘束筋がないため中間拘束筋との結束が破断している。

なお、下端から最下段屈曲部までの距離は、引き上げ後の各段取

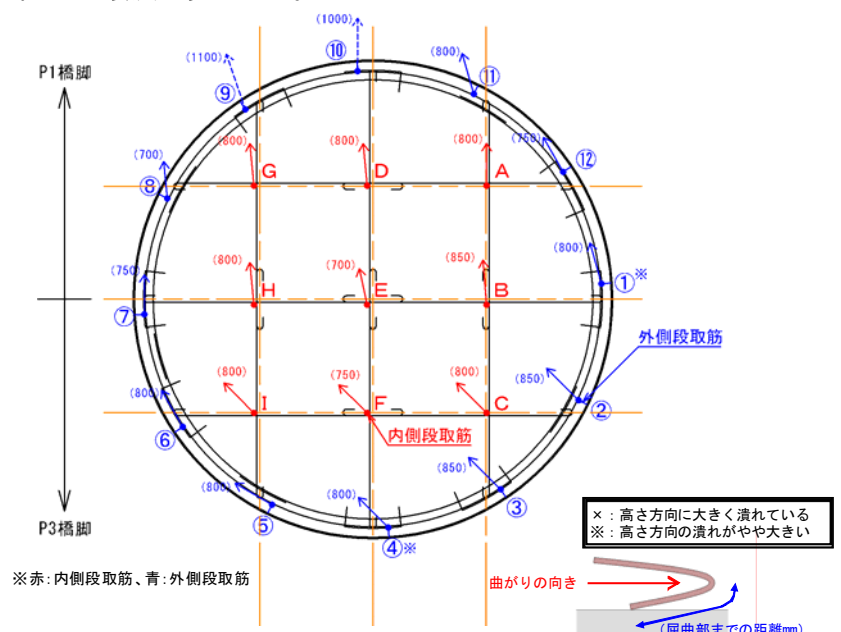


図 鉛直段取筋最下部の曲がりの方向
および下端から屈曲部までの距離

筋を実測した値である。

3. 3 作業員からの聴き取り結果(抜粋)

- ・ 当日は軸方向鉄筋挿入のための「通し作業」を実施していた。
- ・ 底部の6人は、上側から順次中間拘束筋の位置を調整し、底部に至った。
- ・ 中間拘束筋の半円形フックと帯鉄筋の結束をゆるめ人力で調整していた。中間拘束筋の半円形フックと帯鉄筋の結束をゆるめても調整が困難な場合は、内側段取筋と中間拘束筋の結束をゆるめることもあった。工具はハッカーのみを使用した。
- ・ 作業は個々で行うが、隣の作業員とは連携することがあった。上下の連携は特にはない。
- ・ 「大きな音」はライナープレート背面を岩塊が崩れるような音を聞いた刹那に崩落事故が起こった。
- ・ 鉄筋が一瞬で倒壊したため、事故直後の崩落様子は覚えていない。

4 事故要因

4. 1 事故発生に関する要因の推測

(1) 崩落の現象に関する事実の整理

事故後の現地調査から、事故前日までに組立られた鉄筋は天端が10m程度沈下したものの、平断面は、崩落後もほぼ組立形状を保持した状態で落下している。坑内底部付近では鉛直段取筋の湾曲が著しく平断面が折り重なった状態が見られたが、坑内底部から4m付近より浅い位置では鉛直段取筋の湾曲も緩やかで平断面は組立時の15cm間隔を保持していた。

また、事故後の鉛直段取筋は基部付近が繰り返し湾曲し、最下段の湾曲は一様に、下端から800mm付近で一定方向に折れ曲がっていた。このほか、鉛直段取筋は継手部で破断しているものも見られた。

(2) 考えられる崩落の現象

崩落した平断面が組立形状を保持していたことや、水平段取筋に横方向の荷重が作用した形跡が見られないことから、当該事故は、何らかの理由により鉄筋が平断面に大きな傾きもなくほぼ垂直に落下し、鉄筋が落下する過程で水平段取筋溶接部が破断に至り、底部に積み重なったものと推測される。

4. 2 崩落現象に一致する要因の推測

推測された崩落現象を基に、事故発生に関与した可能性のある要因を推測した。

(1) 鉛直段取筋継手部の破断

現地調査結果から、継手部が破断している箇所があり、継手部の溶接長にはバラツキが見られた。このことから、何らかの理由により内外の鉛直段取筋継手部が破断したことで鉄筋の崩落に至った可能性が考えられる。

引き上げ後の外側段取筋の一部は添筋には大きな変形が見られない状態で破断しているが、他の添筋は、大きく曲がる等の変形後に破断した形跡が見られるものや、継手が破断していなかったものがあり、添筋の破断等の状態からも、鉄筋が鉛直段取筋継手の破断によってほぼまっすぐに落下することは考えにくく、継手の破断が直接の要因となり鉄筋の崩落に至った可能性は大きくないと考えられる。

(2) 鉛直段取筋の変形

現地調査結果から、鉛直段取筋は「上から押しつぶされたように基部付近が繰り返し湾曲している」ことが確認されているが、その湾曲は基部付近が著しく、上部に至るにつれ緩やかになっている。また、鉛直段取筋の構造として、基部には大きな軸力が作用すると考えられる。よって、鉛直段取筋が何らかの理由で座屈したことで鉄筋の崩落に至った可能性が考えられる。

全ての鉛直段取筋の最下部の湾曲は最下端から屈曲部までの長さがほぼ800mmで同一方向(P1方向)を向いていることが確認された。

また、引き上げ後の段取筋形状が、繰り返し湾曲していたことも、鉛直段取筋基部が一斉に変形したことから連鎖的に発生したものと推測される。

以上から、鉛直段取筋は事故当時の荷重により基部で座屈を生じ、鉄筋の崩落に至った可能性が考えられる。

(3) 均しコンクリートの圧壊痕

現地調査結果からは、鉛直段取筋設置位置付近の均しコンクリート上面に圧壊痕が見られた。鉛直段取筋が一様に沈下した場合は、鉛直段取筋端部の沈下により鉄筋の崩落に至った可能性が考えられる。

均しコンクリート上面に見られた圧壊痕の発生要因は、鉛直段取筋端部に発生する支圧応力度がコンクリートの限界支圧応力度を超えていることから、鉛直段取筋基部の支圧によるものと考えられる。

段取筋基部が圧壊により 10mm 程度の等沈下を発生した場合は鉛直段取筋の軸力は、水平段取筋に分散され、減少することが考えられ、圧壊による鉛直段取筋の沈下が直接の要因となり、鉄筋の崩落に至った可能性は大きくないと考えられる。

(4) 土砂の堆積に関する要因

作業員への聴き取り調査で、「ライナープレート背面を土砂が崩れる音がして、その直後に事故が発生した」とある通り、事故後に土砂が大きく堆積しているのが確認された。

しかし、事故後に堆積していた土砂の全てが事故直前に作用していたと仮定しても、段取筋の降伏は見られず、変形方向も事故後の事実と一致しないことが確認された。

以上から、施工中における土砂の崩落(堆積)により鉄筋が崩落に至った可能性は大きくないと考えられる。

4. 3 座屈に影響を与える要因

「4. 2 崩落現象に一致する要因の推測」の結果から鉛直段取筋基部に座屈変形が生じたことが考えられる。このため、座屈に影響を与える要因についての考察を行った。

考察の結果、組み立て時に鉛直段取筋の偏心が発生していた場合、座屈を起こしやすい方向で影響していたと考えられる。

また、当時の作業による結束の解除が座屈を誘発させたと考えられるほか、鉛直段取筋の継ぎ手部が、事故直前に破断した場合は、破断による衝撃や構造の変化も誘因と考えられる。

4. 4 事故との関わりが考えられる他の要因

(1) 当日の作業荷重について

事故後の聴き取り調査の結果、前日から鉄筋や大きな資機材の搬入はなく、坑内では作業員の人力による作業で、8 名が作業を実施していた。

事故直前は段取筋基部付近で「通し作業」が行われており、状況に応じては結束を緩めていた可能性があったことが確認された。

当日は 8 名が坑内で作業していたが、その合計重量は鉄筋重量の 1% 以下で、荷重の増分としては僅かであり、作業荷重が「事故発生に関与した要因に影響を及ぼした可能性は大きくないと考えられる。

但し、「通し作業」の内容は通常想定されている範囲であるが、軸力が比較的大きな段取筋基部付近で作業を行い、状況に応じて結束を緩めたことは、「4. 3 座屈に影響を与える要因」の検討結果から僅かではあるが、座屈を生じやすくする構造となっていた可能性は考えられる。

4. 5 まとめ

今回の事故について、現地調査や組み立てた鉄筋の自重や作業時の荷重を支えるための、鉛直段取筋について確認したところ、仮設時に必要な耐荷力が確保されていなかったと推測され、鉛直段取筋の構造や施工方法なども耐荷力に影響を与えたと推測される。

杭本体の鉄筋の組立にあたって、段取材等の仮設材を用いることは一般的であるが、その施工方法の詳細については、施工者の経験に多くをゆだねているのが現状である。工事に当たっては、安全を考慮した作業方法・作業手順について予め計画を立て、その計画に基づき確実に施工することが重要である。

5 今後の再発防止策

玉江橋下部工事の大口径深礎杭に関し、鉄筋組立について事故再発防止策を以下のとおり提言する。

- 1) 施工完了までの期間、杭本体の鉄筋の安定および仮設材に必要な安全性が確保されるよう事前に計画すること。
- 2) 鉛直方向段取材については、杭本体の鉄筋の自重および作業中の荷重に充分耐え得る材料および構造とすること。その際、施工中の偏心にも留意すること。
- 3) 計画された段取材等の仮設材の組み立てに当たっては、その機能および品質が確実に確保されるよう施工すること。
- 4) 以上の計画および使用する資機材、施工方法等については、事前に施工計画書に記載すること。

また、

- 5) 段取材最下段の脚端部は沈下しない構造とすること。
- 6) 深礎杭最下面から一部区間に土留め工が設置されない設計の場合に、土留め材背面からの土砂崩落の可能性がある場合には監督職員と協議すること。

以上の対応が必要であると考えられる。