

日本国有鉄道岐阜工務局

正会員 石原利夫

正会員 高木秀典

武藤京次

はじめに 昭和57年8月2日未明台風10号がもたらした豪雨により富士川は $14,200\text{ cm}^3/\text{sec}$ という観測史上未曾有の大出水となって、東海道本線富士川橋りょう下り線第4号橋脚を直撃、70有余年にわたり我が国輸送の大動脈を支えてきた橋脚は局部的洗掘と流勢に耐えられず、5時14分頃倒壊、トラス桁2連が流失、続いて下流側の廃線橋脚、同トラス桁(ピントラス)2連を巻き込み水中に没した。お盆輸送の最盛期を目前に手痛い被害となったわけで、一日も早い開通を前提に復旧工事に取り組んだ。増水期における異例な河川内工事で、大玉石を含む堅いレキ層と途中二度の台風に見舞われ復旧工事は極めて難航したが、被災から75日目の10月15日に開通を果たし大動脈は蘇った。

以下悪条件下において架橋技術を遺憾なく発揮し、早期に完成させた設計、施工について述べる。

1 復旧計画 8月2日現地に関係技術者が結集し慎重な検討を重ね次の基本的考え方を策定した。

- 1案 流失前と同様の2スパンとし、橋脚1基、 2案 1スパンとし、トラス桁(125m)1連を新にトラス桁(62.4m)2連を製作架設する 設計し、製作架設する。
3案 4スパンとし、橋脚3基新設、桁(30m)4連を転用架設する。 4案 廃線の残存桁を転用する、橋脚1基新設する。

以上比較検討の結果4案は老朽に甚しく補修に手間がかかること又架設等困難で不適、3案は適当な桁が見当たらないこと、2案は設計製作面及び橋脚2基の補強(アンダーピニング工)に長期を要する。結局増水期工事であり、施工中の再度の流失、及び巨大レキ層における工期の不確定要因を極力少なくすることから橋脚は少ないほど得策であるとして1案を採択した。

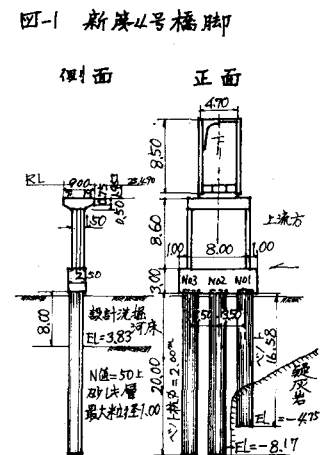
2 細部設計 個々の計算は省略して考え方のみ述べる

基礎形式については、ベノト3本、同5本案、ケーソン案、鋼管ウエル案について検討をおこなった。結果通常はケーソン基礎とするが、増水期施工にはより安全なベノト工法を、そして工期が短かく、不確定要因を減らすため3本案に決定した。又上部工はトラス桁の製作架設は急速施工を踏まえて、下部工と同時施工が可能な設計施工方法を検討し、標準設計を用いることとし製作は可能な限り簡略化を図り、架設方法は強風期には不向きであるが、出水に影響されない工法としてトラベラクレーンによる跳ね出し工法とした。以下夫々の要点を述べる。

2-1 下部工 (図-1)

- (1) 荷重はKS16、水平展度0.2、流速 7 m/s 、鉄筋はSD30
- (2) クイ長さは洗掘深さ8mを考慮し全長20mとし、洗掘深さは根入長とせず突出クイとして解析する。又クイ径は2mとし人力施工可能にする。
- (3) クイコンクリートの硬化まで地下流水による侵害を防護するためケーシングは埋め殺しとし、応力を負担させる。
- (4) 橋脚は鉄筋コンクリート造とし、急速施工、動水圧の減等を考慮して極力スレンダーなものとする。

以上は被災後数日で決定されたことでまだ増水も治まらず、河床状況も明確でなく、設計図の作成も莫大の困難のため、急がれた決定であった。



新製作トラス材は支間62.4mの標準設計を基本として次のような特殊事項を加味した。

- (1) 風荷重は通常30^{mm}/Secとするが、台風期施工を踏まえて架橋クレーン載荷状態での風荷重を考慮し下弦材の一部を増強する。
 - (2) 急速施工上トルク管理容易な摩擦接合用トルシヤー形高力ボルトとする。
 - (3) シュー座は変状もなく厚さ25^{mm}の敷石はそのまま使用するため高さの違いはシューを特別設計する。
- 以上の検討を加えたが、さらに新橋脚がスレンダーとしたことから地震時トラスの応答を加味して、架設に使用した連結構を若干改造し耐震連結構に、また新桁間にも耐震連結構を考えた。

3 施工 (1) 流水迂回工 本流の減水をもって被災ノ道間後に着手した。迂回位置は上流の河床状況と工事量の最小になる右岸大坂方へ切り廻し、東京方から岸上橋脚までをドライにした。流勢の強い箇所は制水ブロックを多めに投入するなど、繰返し流水を攻めて約10日間であまり流れを変えた。

(2) せん橋工 支柱の打込は予測どおり転石に阻まれ振動工法だけでは困難となり高圧ウォータージェットを併用しながら増水もあらず流勢の強い中で、H鋼道中6^{mm}延長60mを10日間で送り着いた。

(3) ベント杭 3本ベントは上流方からNO1、NO2、NO3の順序とした。着手間際の8月27日台風3号は九州に上陸し富士川は迂回堤天端近くまで増水したが、辛うじて決壊を免れた。もし決壊していたら、すっかり仮設工が終っていた直後だけに工事は振り出しに度り工期を大きく狂わすことになったと思われる。

本格的に着手したのは被災後4週間が経過した8月28日であった。MT200を使用してNO1から掘削にかかった。予測どおり大きな玉石を含む堅いレイヤ層に阻まれ難航を重ねて深度8mの位置でケーシングが推進不能となった。潜水夫により調べたところ毎1m位の巨石が刃口に支障しており、この対策検討待ちを工期に影響させないため、ベント機械をNO3に移動した。この杭も転石に悩まされたがうまく切り抜けることができた。次いでNO2に着手、転石対策としてロックオーガー、トレパンなどを併用しながら進めた。しかし深度13mの地点で再び進行不能となり止むを得ず水を排除し人力掘削に切替えた。進行は鈍化したがこの策はクイ径2mという広さで施工性を高め、しかも確実に、設計が現実的の中したこととなった。NO1に度り経験をフルに活用して掘削を進めようとして、深度13mの位置で予想もしなかった岩盤に遭遇し進行は極度に低下した。このとき、知らぬ間に台風18号の接近を知り、河川情報を頼りに危険寸前まで航行しケーシングに蓋をして退却した。流量約2千トン毎に達したとき頼りの堤は跡形もなく決壊流失してしまった。もしクイの被害は少なくやり直しという最悪の事態は免れ、残工事に適した締切堤を構築、NO1ケーシング内の植積土砂をジェットにより攪拌しながらポンプで除去し、再び人力で岩を掘り下げ着着4m(クイ径、6.5m)で所要長さとなったので打ち止めた。このクイの完成により11月15日のダイヤ改正の目処がついたのである。

(4) 橋脚コンクリート 橋脚が一部立ち上がったとき台風19号の接近を報じられ、万一橋脚が倒れた場合踏面なしトラス桁の仮固定用として、H形鋼を躯体に埋め込み台風に備えた。しかし台風は幸いにも逸れて被災から54日目に桁座部の最終打設をもって下部工は完了した。

(5) 上部工 2連の製作は1.5ヶ月の予定で着手、仮組立簡略のため高精度を要し熟練技術者を集めて非常に短期間で完了し現地に搬入した。架設は下部工への気遣い、より本線に近接する慎重作業、等悪環境下においてよく架橋技術を駆使して14日間で完了した。塗装は軌道工事と競合作業で施工した。

4 あとがき

75日間の復旧工事は1日も早い開通を目指す中で、幾多のトラブルに遭遇したが、十分に配慮された設計施工計画と、的確な判断、指示が、うまくかみ合い最短距離を走ることで、これを支えていただいた国鉄本社、構造物設計事務所、鉄道技術研究所、静岡鉄道管理局の皆様方に深く感謝をする次第です。

災害復旧工事工程

工事種別	特記	月日			
		8月	9月	10月	11月
河川工事	流水迂回	27	28	29	30
橋脚工事	せん橋	28	29	30	31
ベント杭	NO1	28	29	30	31
ベント杭	NO2	29	30	31	1
ベント杭	NO3	30	31	1	2
ケーシング	掘削	28	29	30	31
ケーシング	掘削	29	30	31	1
ケーシング	掘削	30	31	1	2
ケーシング	掘削	31	1	2	3
ケーシング	掘削	1	2	3	4
ケーシング	掘削	2	3	4	5
ケーシング	掘削	3	4	5	6
ケーシング	掘削	4	5	6	7
ケーシング	掘削	5	6	7	8
ケーシング	掘削	6	7	8	9
ケーシング	掘削	7	8	9	10
ケーシング	掘削	8	9	10	11
ケーシング	掘削	9	10	11	12
ケーシング	掘削	10	11	12	13
ケーシング	掘削	11	12	13	14
ケーシング	掘削	12	13	14	15
ケーシング	掘削	13	14	15	16
ケーシング	掘削	14	15	16	17
ケーシング	掘削	15	16	17	18
ケーシング	掘削	16	17	18	19
ケーシング	掘削	17	18	19	20
ケーシング	掘削	18	19	20	21
ケーシング	掘削	19	20	21	22
ケーシング	掘削	20	21	22	23
ケーシング	掘削	21	22	23	24
ケーシング	掘削	22	23	24	25
ケーシング	掘削	23	24	25	26
ケーシング	掘削	24	25	26	27
ケーシング	掘削	25	26	27	28
ケーシング	掘削	26	27	28	29
ケーシング	掘削	27	28	29	30
ケーシング	掘削	28	29	30	31
ケーシング	掘削	29	30	31	1
ケーシング	掘削	30	31	1	2
ケーシング	掘削	31	1	2	3
ケーシング	掘削	1	2	3	4
ケーシング	掘削	2	3	4	5
ケーシング	掘削	3	4	5	6
ケーシング	掘削	4	5	6	7
ケーシング	掘削	5	6	7	8
ケーシング	掘削	6	7	8	9
ケーシング	掘削	7	8	9	10
ケーシング	掘削	8	9	10	11
ケーシング	掘削	9	10	11	12
ケーシング	掘削	10	11	12	13
ケーシング	掘削	11	12	13	14
ケーシング	掘削	12	13	14	15
ケーシング	掘削	13	14	15	16
ケーシング	掘削	14	15	16	17
ケーシング	掘削	15	16	17	18
ケーシング	掘削	16	17	18	19
ケーシング	掘削	17	18	19	20
ケーシング	掘削	18	19	20	21
ケーシング	掘削	19	20	21	22
ケーシング	掘削	20	21	22	23
ケーシング	掘削	21	22	23	24
ケーシング	掘削	22	23	24	25
ケーシング	掘削	23	24	25	26
ケーシング	掘削	24	25	26	27
ケーシング	掘削	25	26	27	28
ケーシング	掘削	26	27	28	29
ケーシング	掘削	27	28	29	30
ケーシング	掘削	28	29	30	31
ケーシング	掘削	29	30	31	1
ケーシング	掘削	30	31	1	2
ケーシング	掘削	31	1	2	3
ケーシング	掘削	1	2	3	4
ケーシング	掘削	2	3	4	5
ケーシング	掘削	3	4	5	6
ケーシング	掘削	4	5	6	7
ケーシング	掘削	5	6	7	8
ケーシング	掘削	6	7	8	9
ケーシング	掘削	7	8	9	10
ケーシング	掘削	8	9	10	11
ケーシング	掘削	9	10	11	12
ケーシング	掘削	10	11	12	13
ケーシング	掘削	11	12	13	14
ケーシング	掘削	12	13	14	15
ケーシング	掘削	13	14	15	16
ケーシング	掘削	14	15	16	17
ケーシング	掘削	15	16	17	18
ケーシング	掘削	16	17	18	19
ケーシング	掘削	17	18	19	20
ケーシング	掘削	18	19	20	21
ケーシング	掘削	19	20	21	22
ケーシング	掘削	20	21	22	23
ケーシング	掘削	21	22	23	24
ケーシング	掘削	22	23	24	25
ケーシング	掘削	23	24	25	26
ケーシング	掘削	24	25	26	27
ケーシング	掘削	25	26	27	28
ケーシング	掘削	26	27	28	29
ケーシング	掘削	27	28	29	30
ケーシング	掘削	28	29	30	31
ケーシング	掘削	29	30	31	1
ケーシング	掘削	30	31	1	2
ケーシング	掘削	31	1	2	3
ケーシング	掘削	1	2	3	4
ケーシング	掘削	2	3	4	5
ケーシング	掘削	3	4	5	6
ケーシング	掘削	4	5	6	7
ケーシング	掘削	5	6	7	8
ケーシング	掘削	6	7	8	9
ケーシング	掘削	7	8	9	10
ケーシング	掘削	8	9	10	11
ケーシング	掘削	9	10	11	12
ケーシング	掘削	10	11	12	13
ケーシング	掘削	11	12	13	14
ケーシング	掘削	12	13	14	15
ケーシング	掘削	13	14	15	16
ケーシング	掘削	14	15	16	17
ケーシング	掘削	15	16	17	18
ケーシング	掘削	16	17	18	19
ケーシング	掘削	17	18	19	20
ケーシング	掘削	18	19	20	21
ケーシング	掘削	19	20	21	22
ケーシング	掘削	20	21	22	23
ケーシング	掘削	21	22	23	24
ケーシング	掘削	22	23	24	25
ケーシング	掘削	23	24	25	26
ケーシング	掘削	24	25	26	27
ケーシング	掘削	25	26	27	28
ケーシング	掘削	26	27	28	29
ケーシング	掘削	27	28	29	30
ケーシング	掘削	28	29	30	31
ケーシング	掘削	29	30	31	1
ケーシング	掘削	30	31	1	2
ケーシング	掘削	31	1	2	3
ケーシング	掘削	1	2	3	4
ケーシング	掘削	2	3	4	5
ケーシング	掘削	3	4	5	6
ケーシング	掘削	4	5	6	7
ケーシング	掘削	5	6	7	8
ケーシング	掘削	6	7	8	9
ケーシング	掘削	7	8	9	10
ケーシング	掘削	8	9	10	11
ケーシング	掘削	9	10	11	12
ケーシング	掘削	10	11	12	13
ケーシング	掘削	11	12	13	14
ケーシング	掘削	12	13	14	15
ケーシング	掘削	13	14	15	16
ケーシング	掘削	14	15	16	17
ケーシング	掘削	15	16	17	18
ケーシング	掘削	16	17	18	19
ケーシング	掘削	17	18	19	20
ケーシング	掘削	18	19	20	21
ケーシング	掘削	19	20	21	22
ケーシング	掘削	20	21	22	23
ケーシング	掘削	21	22	23	24
ケーシング	掘削	22	23	24	25
ケーシング	掘削	23	24	25	26
ケーシング	掘削	24	25	26	27
ケーシング	掘削	25	26	27	28
ケーシング	掘削	26	27	28	29
ケーシング	掘削	27	28	29	30
ケーシング	掘削	28	29	30	31
ケーシング	掘削	29	30	31	1
ケーシング	掘削	30	31	1	2
ケーシング	掘削	31	1	2	3
ケーシング	掘削	1	2	3	4
ケーシング	掘削	2	3	4	5
ケーシング	掘削	3	4	5	6
ケーシング	掘削	4	5	6	7
ケーシング	掘削	5	6	7	8
ケーシング	掘削	6	7	8	9
ケーシング	掘削	7	8	9	10
ケーシング	掘削	8	9	10	11
ケーシング	掘削	9	10	11	12
ケーシング	掘削	10	11	12	13
ケーシング	掘削	11	12	13	14
ケーシング	掘削	12	13	14	15
ケーシング	掘削	13	14	15	16
ケーシング	掘削	14	15	16	17
ケーシング	掘削	15	16	17	18
ケーシング	掘削	16	17	18	19
ケーシング	掘削	17	18	19	20
ケーシング	掘削	18	19	20	21
ケーシング	掘削	19	20	21	22
ケーシング	掘削	20	21	22	23
ケーシング	掘削	21	22	23	24
ケーシング	掘削	22	23	24	25
ケーシング	掘削	23	24	25	26
ケーシング	掘削	24	25	26	27
ケーシング	掘削	25	26	27	28
ケーシング	掘削	26	27	28	29
ケーシング	掘削	27	28	29	30
ケーシング	掘削	28	29	30	31
ケーシング	掘削	29	30	31	1
ケーシング	掘削	30	31	1	2
ケーシング	掘削	31	1	2	3
ケーシング	掘削	1	2	3	4
ケーシング	掘削	2	3	4	5
ケーシング	掘削	3	4	5	6
ケーシング	掘削	4	5	6	7
ケーシング	掘削	5	6	7	8
ケーシング	掘削	6	7	8	9
ケーシング	掘削	7	8	9	10
ケーシング	掘削	8	9	10	11
ケーシング	掘削	9	10	11	12
ケーシング	掘削	10	11	12	13
ケーシング	掘削	11	12	13	14
ケーシング	掘削	12	13	14	15
ケーシング	掘削	13	14	15	16
ケーシング	掘削	14	15	16	17
ケーシング	掘削	15	16	17	18
ケーシング	掘削	16	17	18	19
ケーシング	掘削	17	18	19	20
ケーシング	掘削	18	19	20	21
ケーシング	掘削	19	20	21	22
ケーシング	掘削	20	21	22	23
ケーシング	掘削	21	22	23	24
ケーシング	掘削	22	23	24	25
ケーシング	掘削	23	24	25	26
ケーシング	掘削	24	25	26	27
ケーシング	掘削	25	26	27	28
ケーシング	掘削	26	27	28	29
ケーシング	掘削	27	28	29	30
ケーシング	掘削	28	29	30	31
ケーシング	掘削	29	30	31	1
ケーシング	掘削	30	31	1	2
ケーシング	掘削	31	1	2	3
ケーシング	掘削	1	2	3	4
ケーシング	掘削	2	3	4	5
ケーシング					