

# 2011年東北地方太平洋沖地震 岩手県南部第二次調査報告（その1）

Second Reconnaissance Report of Geotechnical Damage in the southern Area of Iwate Prefecture  
due to the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (Part 1)

渦岡良介（うずおか りょうすけ）  
徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 教授

常川善弘（つねかわ よしひろ）  
（株）相愛 建設事業部

上野勝利（うえの かつとし）  
徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 准教授

大河原正文（おおかわら まさふみ）  
岩手大学工学部 准教授

## 1. はじめに

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による岩手県南部の被害状況を把握するため、東北支部・四国支部合同調査団により2011年6月5日、6日の二日間にわたり第二次調査を実施した。第二次調査ではいくつかの中小河川に沿って河川堤防の被害を把握し、特に津波による侵食箇所やその被害形態を調査し、今後の河川堤防の津波対策への基礎資料とすることを目的とした。

調査は3グループ体制とし、本報の著者らはAグループとして、気仙川左岸（陸前高田市）、熊野川（釜石市下荒川地区）、甲子川（釜石市）の3つの河川を調査した。

## 2. 気仙川左岸

6月5日に実施した気仙川左岸堤防の変状調査について、代表的地点における堤体侵食、堤防形状、堤体土質などを以下に報告する。

### 2.1 気仙大橋付近

気仙大橋左岸上流部で堤体侵食および堤内地の洗掘がみられた（図-1、写真-1）。破堤長さは約37mである。橋台上流のコンクリート面に土堤やパラペットの跡（写真-2）があることから、橋台脇まで土堤が存在したと考えられる。なお、橋台背面には側道のコンクリートボックスがあり、橋台周辺の原形状の詳細は不明である。橋台背面とコンクリートボックスの間の土も流出している（写真-2）。気仙大橋の橋桁は流出しており、調査時点（2011年6月5日）では仮設橋の施工中であった。

橋台から約50m上流部で堤体断面の簡易計測を実施した（写真-3、図-2）。堤内側の小段は側道である。天端、川表のり面および川裏のり面ともコンクリートによる表面工がなされているが、橋台上流部の堤体は完全に流出している。

侵食された堤体断面から試料を採取した。堤体断面内で上部はやや玉石・礫が多いが、土質はほぼ同様である（写真-4）。なお、物理特性については他の地点とまとめて後に示す。

### 2.2 姉齒橋付近

姉齒橋上流左岸（図-3）では津波堆積物がみられるも



図-1 気仙大橋付近（■209：破堤，断面計測，試料採取）



写真-1 破堤部（気仙川左岸，気仙大橋上流側）



写真-2 気仙大橋橋台上流部（気仙川左岸，気仙大橋上流側）



写真-3 地震後の状況（気仙川左岸，気仙大橋上流側）

気仙大橋左岸堤防，代表断面（気仙大橋上流≒50m）

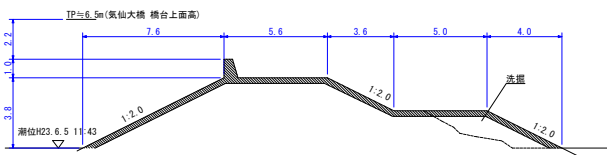


図-2 堤体断面図（No.1，気仙川左岸，気仙大橋上流部約50m地点，単位 m）



写真-4 堤体断面（気仙川左岸，気仙大橋上流部）

の、侵食はみられない（写真-5）。侵食がみられた気仙大橋と比較して、取り付け道路の盛土高さが低いこと、取り付け道路が堤防に対して直交しておらず、上流側に鋭角に曲がっていることなどが異なっている（図-3，写真-5）。ただし、橋桁は流出しており、小判型橋脚の上流部で鉛直方向のクラックがみられた（写真-6）。

橋台から約100m上流部（図-3，写真-7）で堤体断面の簡易計測を実施した（図-4，写真-8）。天端，川表のり面および川裏のり面ともコンクリートによる表面工がなされている。姉齒橋上流側では波返し突起はない。

橋台から約350m上流の堤防天端には北北西-南南東方向の削痕がみられた（図-3，写真-9）。陸上部を遡上した津波による漂流物が原因と思われる。



図-3 姉齒橋付近（■210：断面計測地点，■211：堤体天端削痕）



写真-5 姉齒橋上流部（気仙川左岸）



写真-6 姉齒橋橋脚（気仙川左岸）



写真-7 地震後の状況（気仙川左岸，姉齒橋上流部）



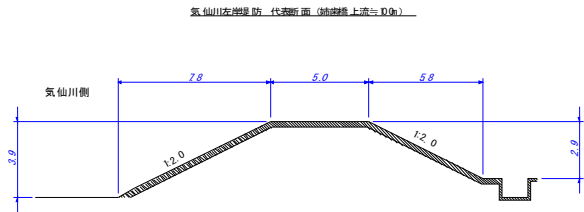


図-4 堤体断面図 (No.2, 気仙川左岸, 姉齒橋上流部約 100m 地点, 図-3 中の 210, 単位 m)



写真-8 断面計測部付近 (気仙川左岸, 姉齒橋上流部)



写真-9 堤防天端の削痕 (気仙川左岸, 姉齒橋上流部, 図-3 中の 211)

### 2.3 枡ヶ沢付近

国道 340 号高架橋から約 100m 上流部で堤体断面の簡易計測を実施した (図-5, 写真-10, 図-6, 写真-11)。天端, 川表のり面および川裏のり面ともコンクリートによる表面工がなされている。目立った侵食はみられない。東側の鉄道盛土は原形をとどめておらず, 損傷が大きい (写真-11)。

鋼管杭の橋脚 (橋梁名不明) が上流側へ折れ曲がり, 橋桁は流出している (図-5, 写真-12)。橋台は転倒し, 取り付け盛土が流出している。橋台の鋼管杭に折れ曲がりが見られる (写真-13)。



図-5 枡ヶ沢付近 (■211a: 断面計測地点, ■212: 橋台流出)



写真-10 地震後の状況 (気仙川左岸, 国道 340 号高架橋付近)

気仙川左岸堤防 代表断面 (国道 340 号道路高架橋上流約 100m)

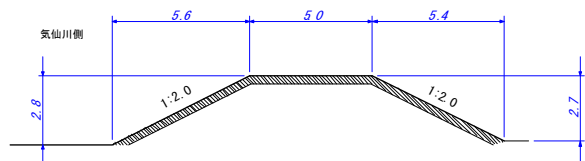


図-6 堤体断面図 (No.3, 気仙川左岸, 国道 340 号高架橋上流約 100m 地点, 単位 m)



写真-11 断面計測部付近 (気仙川左岸, 国道 340 号高架橋上流約 100m 地点)





写真-12 橋脚および橋台の損傷（気仙川左岸、栃ヶ沢付近、図-5中の212）



写真-13 橋台基礎杭の損傷（気仙川左岸、栃ヶ沢付近、図-5中の212）

## 2.4 竹駒駅付近

この付近の堤体は表面工のない土堤である。水路東側では地形図上は堤防があり、地震前の写真でも堤防脇の植生が確認できるが、復旧工事中であり堤防跡が明確ではなく被災形態は不明である（図-7、写真-14、写真-15）。水路横断橋への取り付け盛土は裏のり面で侵食がみられた。なお、北側の鉄道盛土は大きく侵食されている。

竹駒駅を挟んだ二つの水路間の堤体の裏のり面の侵食が著しい。地震前の写真ではこの部分の川側は更地となっている（写真-14）。また、のり尻部では洗掘もみられる。二か所で破堤（図-7中の215、217）しており、応急復旧済みである（写真-16）。

破堤箇所の間で堤体断面の簡易計測を実施した（写真-17、図-8）。この付近ではコンクリートによる表面工がない。川裏側ののり面およびのり尻部分が大きく侵食されている（写真-18）。

侵食された堤体断面から試料を採取した。堤体断面内では玉石・礫が非常に多いが、植生のある表層は細粒土である（写真-19）。



図-7 竹駒駅付近（■213：水路東側，■214：水路，■215：破堤，■216：堤体裏のり面の侵食，試料採取，断面計測，■217：破堤，■218：破堤）



写真-14 地震前の状況（気仙川左岸、竹駒駅付近、2010年7月23日撮影）



写真-15 水路東側（気仙川左岸、竹駒駅付近、図-7中の213）



写真-16 堤体裏のり面の侵食と破堤（気仙川左岸、竹駒駅付近、図-7中の215および217）





写真-17 地震後の破堤状況（気仙川左岸，竹駒駅付近）

気仙川左岸堤防，代表断面（竹駒地区，水門上流≒110m）

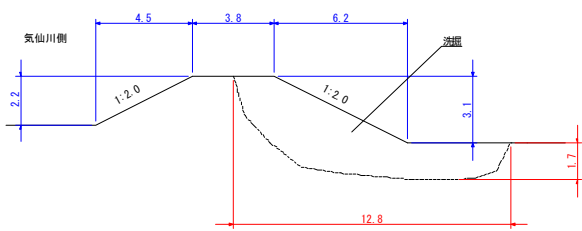


図-8 堤体断面図（No.4，気仙川左岸，竹駒駅付近，図-7中の216，単位 m）



写真-18 堤体裏のり面の侵食と洗掘（気仙川左岸，断面計測位置，図-7中の216）



写真-19 堤体断面（気仙川左岸，試料採取位置，図-7中の216）

## 2.5 鉄道橋（気仙川橋梁）付近

この付近の堤体は表面工のない土堤である。鉄道橋下流部約60mで幅10mにわたって破堤している（図-7中の218，写真-20）。北側の鉄道盛土も裏のり面が侵食されており（写真-21），橋台背面土は流出している（写真-22）。なお，鉄道橋の河床内の橋脚（直接基礎）は上流側に転倒，あるいはコンクリートの打設面での破断しており，橋桁は流出している。

破堤箇所で堤体断面の簡易計測を実施した（写真-23，図-9）。堤内側にはポンプ施設と思われる跡があり，破堤箇所付近には樋管があった可能性もある。

侵食された堤体断面から試料を採取した。堤体断面中央部は砂質土だが，植生のある表層は細粒土である（写真-24）。



写真-20 破堤（気仙川左岸，鉄道橋下流部，図-7中の218）



写真-21 鉄道盛土の裏のり面の侵食（鉄道橋左岸への取り付け盛土）



写真-22 鉄道橋台背面土の流出（鉄道橋左岸橋台の取り付け盛土）



写真-23 地震後の破堤状況（気仙川左岸，鉄道橋付近）  
気仙川左岸堤防 代表断面（JR鉄橋下流≒60m）

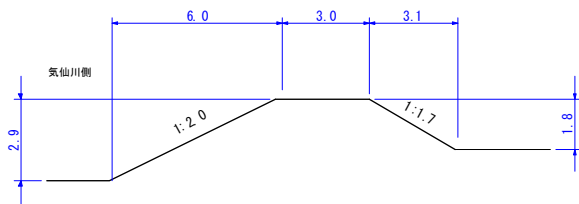


図-9 堤体断面図（No.5，気仙川左岸，鉄道橋付近，単位 m）



写真-24 堤体断面（気仙川左岸，鉄道橋付近）

## 2.6 太田地区

堤内側への浸水跡はなく，堤防侵食はみられない。堤体断面の簡易計測を実施した（写真-25，図-10）。高水敷にある畑には浸水の跡はみられない。



写真-25 地震後の状況（気仙川左岸，太田地区）

気仙川左岸堤防 代表断面（太田地区 津波遡上限界付近）

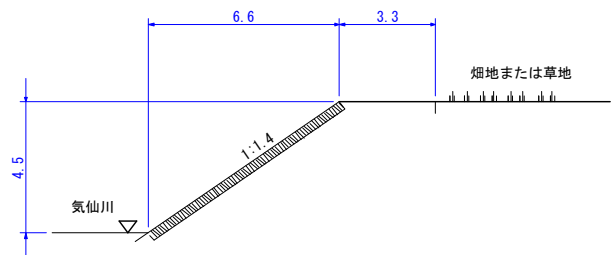


図-10 堤体断面図（No.6，気仙川左岸，太田地区，単位 m）



### 3. 熊野川

6月6日に実施した熊野川左岸および右岸堤防の変状調査について、代表的地点における堤体侵食、堤防形状、堤体土質などを以下に報告する。

#### 3.1 河口付近

熊野川左岸、水門上流部で堤体侵食および堤内地の洗掘がみられた(図-11, 写真-26)。樋門を挟んで上流側で幅約15m(写真-27)、下流側で幅約10m(写真-28)にわたって破堤している。樋門上流側の破堤箇所は堤内地からの排水路になっており、調査時点でも水が流れていた。樋門下流側の破堤箇所では水門の一部であるL型の擁壁周辺地盤が大きく洗掘されている(写真-28)。河口水門は比較的新しく右岸側では工事(1年前の写真でも工事中であり、復旧工事かどうかは不明)がなされていた。また、河口水門付近の海岸堤防は陸側のコンクリートブロックは残っているが、北側の表面工のないのり面や海側ののり面では侵食がみられる(写真-26)。

樋門付近の堤体が残っている場所で堤体断面の簡易計測を実施した(写真-26, 図-12)。地震前の写真、背後にコンクリートブロックがないことから、階段部を除い



図-11 熊野川 (■219: 破堤, 試料採取, ■220: 護岸変状)



写真-26 地震後の状況(熊野川左岸, 河口水門付近)



写真-27 樋門上流側の破堤(熊野川左岸, 河口水門付近, 図-11中の219, 樋門上流部)



写真-28 樋門下流側の破堤(熊野川左岸, 河口水門付, 図-11中の219, 樋門下流部)

熊野川左岸堤防 代表断面(河口水門付近)

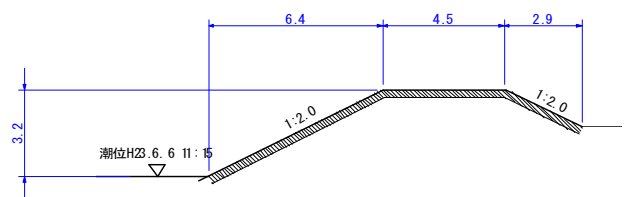


図-12 堤体断面図(No.7, 熊野川左岸, 河口水門付近, 単位 m)



写真-29 堤体断面(熊野川左岸, 河口水門付近)



て裏のりにはコンクリートによる表面工がなかった可能性がある。

侵食された堤体断面から試料を採取した。堤体断面内で土質はほぼ一様であり、玉石や礫が多くみられる（写真-29）。

### 3.2 河口水門から国道45号まで

河口水門から上流約250mまでの区間は左岸・右岸ともコンクリートによる表面工を持つ特殊堤である（写真-30、図-13）。これらの区間では裏のり面のり尻での洗掘もなく、目立った侵食はみられない。

河口水門の上流約250mから国道45号までの区間は左岸・右岸とも土堤であるが、目立った侵食はみられない。河口水門から約500mの位置にある道路橋の上流側でも



写真-30 地震後の状況（熊野川左岸）  
熊野川左岸堤防 代表断面（河口水門上流100m付近）

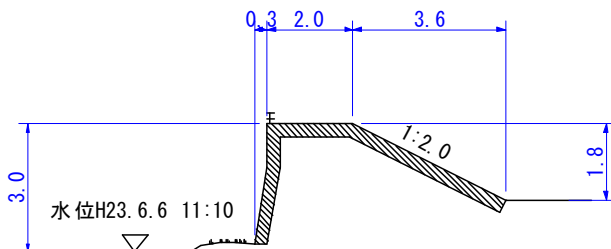


図-13 堤体断面図（No.8, 熊野川左岸, 河口水門から上流100m付近, 単位 m）



写真-31 道路橋左岸上流側

目立った侵食はみられない（写真-31）。

国道45号の直下に位置する荒川橋付近では堤内地が高くなり、石積み護岸形式の堤防となる（写真-32、図-14）。一部の石積み護岸に変状がみられたが、堤防自体の大きな侵食はみられない（写真-33）。



写真-32 地震後の状況（熊野川左岸, 荒川橋付近）  
熊野川左岸護岸 代表断面（あらかわ橋下流50m付近）

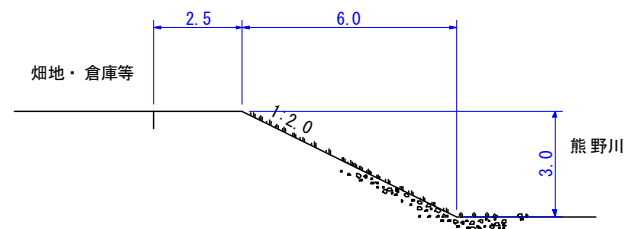


図-14 堤体断面図（No.9, 熊野川左岸, 荒川橋下流50m付近, 単位 m）



写真-33 石積み護岸の変状（熊野川左岸, 荒川橋下流50m付近）



### 3.3 鉄道橋付近

鉄道橋付近の熊野川右岸では、ブロック擁壁の崩壊とせり出しがみられた(写真-34, 図-15)。鉄道橋上流部では幅約 8m にわたって擁壁が川側へせり出している(写真-35)。鉄道橋直下では幅約 15m にわたって護岸が崩壊し、玉石による応急復旧がなされている(写真-36)。

鉄道橋は落橋しており、南側の橋脚周辺では洗掘がみられる(写真-37)。南側の鉄道盛土では目立った侵食はみられない。

津波はこの地点より約 500m 上流に遡上しているが、上流側でも堤防は護岸形式となっており、護岸の変状はみられない。



写真-35 護岸の変状(熊野川右岸, 鉄道橋付近, 図-11 中の 220)



写真-34 地震後の状況(熊野川右岸, 鉄道橋付近)  
熊野川右岸護岸 代表断面 (JR鉄橋下)

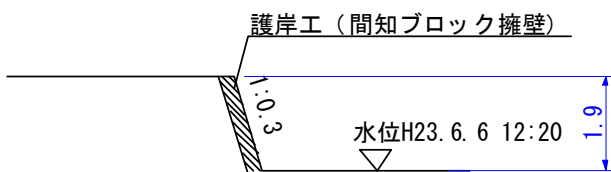


図-15 堤体断面図 (No.10, 熊野川右岸, 鉄道橋付近, 単位 m)



写真-36 護岸の変状(熊野川右岸, 鉄道橋付近, 図-11 中の 220)



写真-37 鉄道高架橋橋脚周辺の洗掘(熊野川右岸, 鉄道橋付近)



#### 4. 甲子川

6月6日に実施した甲子川左岸および右岸堤防の変状調査について、代表的地点における堤体侵食、堤防形状、堤体土質などを以下に報告する。なお、土堤区間がほとんどないことから河口付近の護岸のみを対象とした。

##### 4.1 河口付近右岸

甲子川右岸、鉄道橋下流側で幅約60mにわたって護岸変状がみられた(図-16, 写真-38, 39)。もたれ式のコンクリート護岸(図-17)が川側へせり出し、一部は転倒している(写真-40)。震動あるいは津波の引き波が要因と思われる。

##### 4.2 河口付近左岸



図-16 甲子川 (■221: 護岸変状, ■222: 護岸変状)



写真-38 地震後の状況(甲子川右岸, 鉄道橋付近)  
大渡川右岸堤防 代表断面(JR鉄橋下)

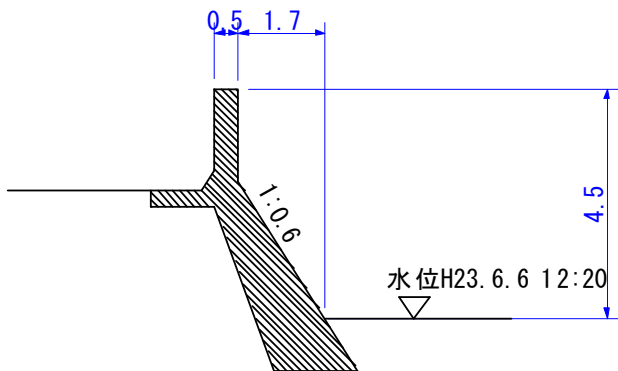


図-17 堤体断面図(No.11, 甲子川右岸, 鉄道橋付近, 図-16中の221, 単位 m)

甲子川左岸、矢ノ浦橋上流側の二か所で護岸変状がみられた(図-16, 写真-41, 42)。崩壊幅はそれぞれ約11m, 7mである。コンクリートブロックの擁壁(図-18)が崩壊し、背面土の一部も崩壊している(写真-43)。



写真-39 護岸の変状(甲子川右岸, 鉄道橋付近)



写真-40 護岸の変状(甲子川右岸, 鉄道橋付近)



写真-41 地震後の状況(甲子川左岸, 矢ノ浦橋付近)



大渡川左岸護岸 代表断面 (国道45号上流50m)

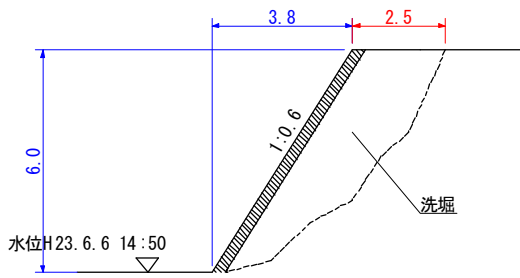


図-18 堤体断面図 (No.12, 甲子川左岸, 矢ノ浦橋付近, 図-16 中の 222, 単位 m)



写真-42 護岸の変状 (甲子川左岸, 矢ノ浦橋付近)



写真-43 護岸の変状 (甲子川左岸, 矢ノ浦橋付近)

## 5. 堤体土の物理特性

破堤あるいは越流による侵食がみられた気仙川左岸 (図-1 の 209, 図-7 の 216, 218) と熊野川左岸 (図-11 の 219) の堤体土の物理特性を表-1 に, 粒度分布を図-19 に示す。コンクリートによる表面工があるのは 209 のみであり, 他はいずれも土堤である。土堤で侵食が発生した堤体土はいずれも礫分を多く含んでいる。耐浸食性が高いと考えられる細粒分を多く含んでいるのは 218 (気仙川左岸, 鉄道橋付近) であり, 細粒分 27.3% の細粒分質砂でも侵食が発生している。

表-1 堤体土の物理特性

	209	216	218	219
土質分類	SF	GS	SFG	GS-F
土粒子密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.709	2.709	2.723	2.667
D <sub>50</sub> (mm)	0.27	2.0	0.42	3.3
U <sub>c</sub>	110	6	200	63
F <sub>c</sub> (%)	23.1	0.7	27.3	5.0
S <sub>c</sub> (%)	74.6	49.0	47.9	38.4
G <sub>c</sub> (%)	2.3	50.3	24.8	56.7

209: 気仙川左岸, 気仙大橋橋台上流部, 216: 気仙川左岸, 竹駒駅付近  
218: 気仙川左岸, 鉄道橋付近, 219: 熊野川左岸, 河口部樋門付近

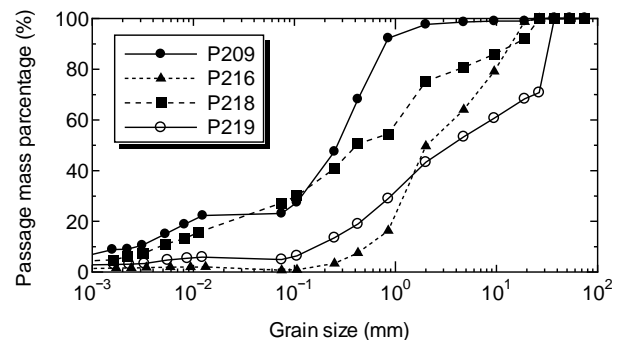


図-19 堤体土の粒度分布

## 6. まとめ

### 6.1 気仙川左岸

気仙川左岸での堤防調査より図-20 に示す通り以下のことがわかった。

- ・河口から約 2.8km はコンクリートによる表面工が施されており, 姉齒橋より下流では波返しがある。堤防高さは 3m 前後であり, のり面勾配は 1:2 である。コンクリートによる表面工が施された区間において, 堤防侵食がみられたのは気仙大橋橋台上流部のみである。堤防土は細粒分質砂であり, 表面工が破壊された後は容易に侵食が進行すると思われる。
- ・気仙川の屈曲部より上流部では表面工のない土堤となる。堤防高さは 3m 前後であり, のり面勾配は 1:2 である。竹駒付近では, 裏のり面の侵食, 裏のり尻付近の洗掘, 破堤 (三か所) がみられた。植生がある表層は細粒分がやや多いものの, 内部は砂質礫であった。
- ・鉄道橋下流にある三つの道路橋の橋桁は全て流出した。
- ・堤防より内陸側にある鉄道盛土でも, 盛土の侵食, 橋台背面土の流失がみられた。

### 6.2 熊野川

熊野川での堤防調査より図-21 に示す通り以下のことがわかった。

- ・河口から約 400m は左岸・右岸ともコンクリートによる表面工が施されており, 堤防高さは 3m 前後である。堤防侵食がみられたのは河口水門背後の左岸側のみである。堤防土は細粒分混じり砂質礫であり, 表面工が





図-20 気仙川左岸のまとめ

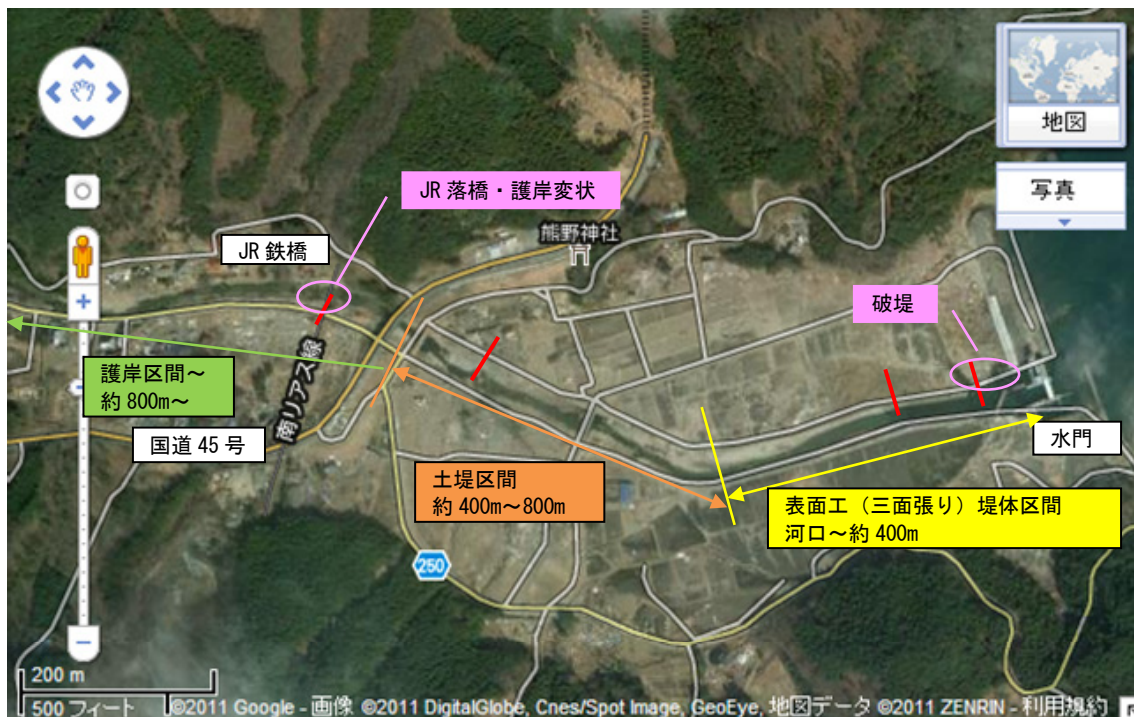


図-21 熊野川のまとめ

破壊された後は容易に侵食が進行すると思われる。

- ・国道 45 号までは左岸・右岸とも表面工のない土堤となり、堤防高さは 3m 前後である。一般部および道路橋の橋台上流側でも目立った侵食はみられない。左岸側の一部で石積み護岸の変状がみられた。
- ・国道 45 号より上流側は護岸区間となり、右岸側に一部

ブロック積みによる表面工が施されている。鉄道橋桁が流出した鉄道橋付近では、右岸のブロック積み擁壁に変状がみられたが、背後地盤では侵食はみられない。

### 6.3 甲子川

甲子川での堤防調査より図-22 に示す通り以下のことがわかった。



図-22 甲子川のまとめ

- ・堤内地が高く，土堤区間がほとんどない。
- ・河口から約 1km 付近の左岸・右岸で護岸の変状がみられたが，背後地盤での大きな侵食はみられない。