

ICタグを用いた骨材混入防止・運行管理システムについて

深光良治¹・鶴見哲也²・甲谷昌弘³・大平信吾⁴・小笠原剛⁵

¹飛鳥建設株式会社土木事業本部技術統括部ダムG部長（〒102-8332 東京都千代田区三番町2番地）

²飛鳥建設株式会社四国支店農政吉野川作業所機電課長（〒771-1212 徳島県板野郡藍住町徳命字前須西97-1）

³飛鳥建設株式会社北陸支店横川ダム作業所機電課長（〒999-1203 山形県西置賜郡小国町大字新原131）

⁴飛鳥建設株式会社北陸支店横川ダム作業所工事課長（〒999-1203 山形県西置賜郡小国町大字新原131）

⁵飛鳥建設株式会社広島支店尾原ダム作業所電気係長（〒699-1314 島根県雲南市木次町北原）

ダムコンクリート用骨材は通常その粒径によって4～5種類に分けて製造・運搬・貯蔵される。近年ダム用骨材としては購入骨材使用等により骨材運搬をダンプトラックで行うことが多く見受けられる。

当社が開発した骨材混入防止・運行管理システムは、ダンプトラックにICタグを貼り付け、出荷場所で積載骨材種別、重量、出荷時間等の情報をタグ内に書込み、骨材運搬～貯蔵の過程で粒径が異なる骨材が混入しないよう制御するシステムであり、受入側においても自動運転により省力化が図れる。また、ICタグ内の情報はパソコンにてリアルタイムで確認でき、積載重量、運行速度等のダンプトラックの運行状況も把握できる。本論文では、システム全容と横川ダムでの実績および今後の課題等についても記述する。

キーワード: ICタグ, 購入骨材, ダムコンクリート

1. はじめに

今回対象の横川ダム建設工事は、昭和42年8月に発生した羽越水害の発生を受けて、山形県小国町に、高さ = 72.5m、堤頂長 = 277m、堤体積 = 約25万m³の規模で築造されるコンクリートダムであり、下流の横川沿岸及び荒川本川沿岸の洪水被害の軽減を図り、更にダムからの放流によって下流の既得用水の補給等流水の正常な機能の維持と増進を図るものである。

横川ダムにおけるダム用骨材は、国土交通省直轄ダム工事では初めてとなる購入骨材である。ダムサイトに設置した骨材貯蔵設備（粗骨材4ピン＋細骨材2ピン）に約25km離れた骨材製造プラントから、日平均200台程度のダンプトラックによる骨材搬入を行うため、受入設備における骨材の誤投入は、コンクリートの品質に悪影響を及ぼすとともに、混入した骨材の分級には大きな労力と時間を要し、コスト、工程に影響を与えることとなる。

骨材の運搬においては、ヒューマンエラー（誤操作、勘違い）により誤投入を起こすことが最も考えられる。そこで、電氣的・機械的な防止装置を開発し、設置運用することにより誤投入の防止と、併せてダンプトラックの運行状況を把握し、安全運転にも活用できる本システムを開発した。

本文ではシステムの説明と横川ダムにおけるシステム運用の実施結果および今後の課題等について記述する。

2. システムの概要

本システムは、以下の装置の組合せで構成される。

書込装置

骨材ストックヤードでの積込み機械内に設置

受送信装置（受送信アンテナ）

出荷、荷受け、回送の各チェックポイントおよびリセットポイントに設置

記憶装置（ICタグ）

ダンプトラックに貼付

制御装置

骨材貯蔵設備側に設置

電光表示板

荷受け側に設置

パソコン

荷受けチェックポイントに設置

図-1, 2に骨材混入防止・運行管理システムの流れを示す。また各箇所におけるシステムの動作方法についてもあわせて記述する。

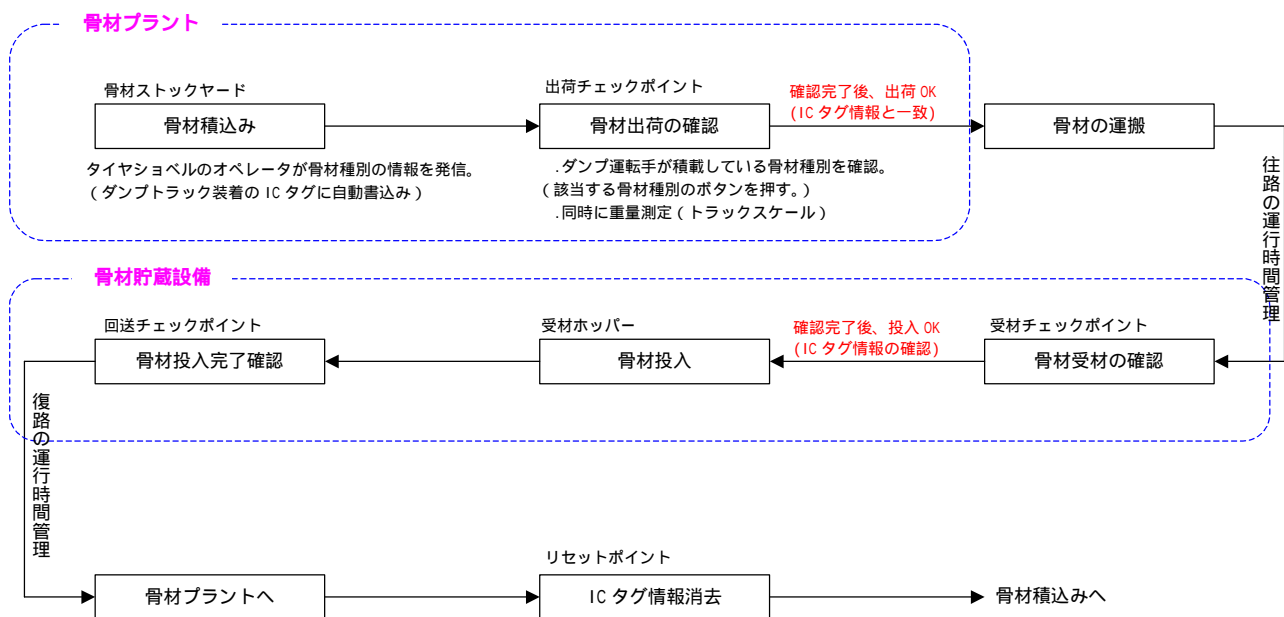


図-1 システムフロー図

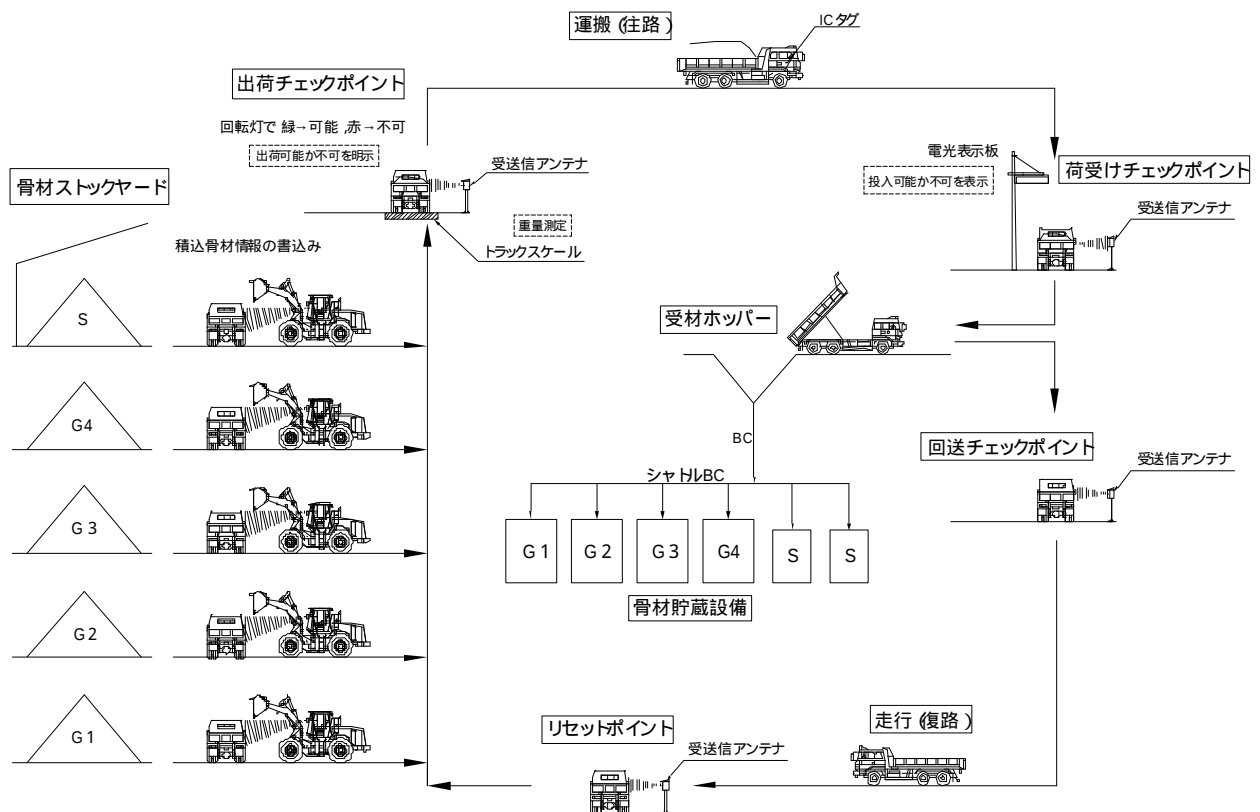


図-2 運行フロー図

(1) 骨材混入防止システムについて

a) 骨材種別の書込み

積み込み機械（骨材ストックヤード）では骨材を積み込む際、積み込みオペレータが積み込骨材種別を車内に設置している書込装置で、ダンプトラックに貼り付けたICタグに書込む。積み込みオペレータはICタグの書込完了を手元で確認する。



写真-1 書込装置



写真-2 ICタグ（貼付状況）



写真-3 骨材種別情報書込状況

b) 出荷チェックポイント

出荷チェックポイント（骨材ストックヤード）ではダンプトラックは、トラックスケールにて積載重量および出荷時刻をICタグに書込む。

また当箇所では、ダンプトラック運転手が積載骨材種別の押しボタンを押して、出荷時における情報が正規であるかチェックを行う。運転手がICタグ内の同一骨材データのボタンを押さないと、エラーデータとなり骨材プラントから出荷できないこととなる。正規に完了すると回転灯（青）が点灯し出荷となる。情報にエラーが生じると回転灯（赤）が点灯する。

万一、エラーのまま出発した場合でも、次の荷受けチェックポイントにおいてエラー情報が認識され、骨材投入ができない。



写真-4 出荷チェックポイントの受送信アンテナおよび操作盤



写真-5 出荷チェックポイント

c) 荷受けチェックポイント

荷受けチェックポイント（受入ホッパー）ではダンプトラックに搭載したICタグから情報を受取り、積載の骨材種別、骨材貯蔵設備まで運搬するシャトルコンベヤの位置（各骨材貯蔵設備に振分けるためのベルトコンベヤ）等，受入条件が完了すると電光掲示板に投入可否について表示され，骨材を投入する．万一，出荷チェックポイントでエラーのまま出発した場合には，骨材貯蔵設備までのベルコン停止及び電光掲示板にエラーメッセージが表示され，骨材投入ができないシステムとなっている．

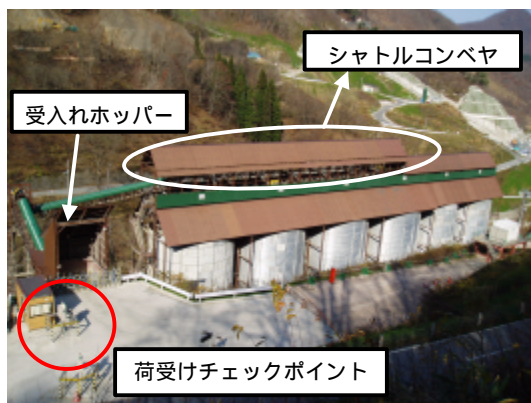


写真-6 貯蔵設備及び荷受けチェックポイント



写真-7 骨材投入開始状況（G3）



写真-8 シャトルコンベヤ稼働中の表示

d) 回送チェックポイント

回送チェックポイント（受入ホッパー）では骨材投入後，帰り（復路）の骨材投入完了，出発時刻の情報等をICタグに書込む．書込み完了後，回転灯（青）が点灯して骨材プラントに向けて出発する．

また，エラー無く骨材投入完了したことを示すメッセージが電光掲示板に表示される．



写真-9 回送チェックポイント



写真-10 回送チェックポイント

e)リセットポイント

リセットポイント（骨材プラント）では到着時刻等の骨材運搬完了の情報をICタグに書込む。

書込み完了後、回転灯（青）が点灯して骨材ストックヤードに向かい、骨材の積み込みを行う。

以上のサイクルを繰返し実施する。



写真-11 リセットポイント

(2)運行管理システムについて

「荷受けチェックポイント」ではICタグ情報が即座にパソコンに読み込まれ、そのデータから運行速度が速すぎないか、骨材重量が多すぎないか等の運行状況を随時確認して安全運転の励行に活用できる。また運搬台数、運搬数量等の集計がパソコンにより自動で行われているため、日々の骨材貯蔵量の管理等も容易・迅速に実施可能である。図-3に「荷受けチェックポイント」でのICタグ情報のデータ抜粋を示す。



写真-12 運行管理用パソコン

年月日	2006年04月25日					往路			復路			運行距離(km)	往:25,復:25
データNo.	ID No.	業者	車番	骨材	重量(kg)	T ₁ 時 分	T ₂ 時 分	T ₂ -T ₁ 分	T ₃ 時 分	T ₄ 時 分	T ₄ -T ₃ 分	往路速度 km/h	復路速度 km/h
1	8	01	0764	G3	9860	06:50	07:24	34	07:25	08:02	37	44.1	40.5
2	10	01	0726	G3	9830	06:51	07:25	34	07:26	08:02	36	44.1	41.7
3	12	01	2463	G3	9650	06:52	07:26	34	07:27	08:03	36	44.1	41.7
4	14	01	6837	G3	9780	06:54	07:27	33	07:28	08:05	37	45.5	40.5
5	31	01	0732	G3	9720	06:55	07:29	34	07:30	08:06	36	44.1	41.7
6	33	01	0772	G3	9710	06:56	07:30	34	07:31	08:07	36	44.1	41.7
7	2	01	0281	G3	9730	06:57	07:31	34	07:34	08:08	34	44.1	44.1
8	4	01	8117	G3	9720	06:59	07:35	36	07:36	08:09	33	41.7	45.5
9	6	01	1355	G3	9810	07:00	07:36	36	07:37	08:09	32	41.7	46.9
10	7	01	0763	G3	9700	07:02	07:37	35	07:38	08:10	32	42.9	46.9
11	17	02	0469	G3	9980	07:03	07:38	35	07:40	08:14	34	42.9	44.1
12	34	02	2030	G3	9890	07:04	07:40	36	07:41	08:16	35	41.7	42.9
13	8	01	0764	G3	9830	08:08	08:40	32	08:41	09:14	33	46.9	45.5
14	10	01	0726	G3	9780	08:07	08:41	34	08:42	09:16	34	44.1	44.1
15	12	01	2463	G3	9150	08:09	08:42	33	08:43	09:17	34	45.5	44.1
46	34	02	2030	G2	9150	10:44	11:16	32	11:17	11:49	32	46.9	46.9
47	17	02	0469	G2	9970	10:46	11:19	33	11:19	11:52	33	45.5	45.5
48	15	01	1053	G2	9800	11:22	12:57	95	12:58	13:31	33	15.8	45.5
49	8	01	0764	G2	9980	11:29	13:06	97	13:07	13:38	31	15.5	48.4
50	10	01	0726	G2	10020	11:31	13:07	96	13:08	13:41	33	15.6	45.5
51	12	01	2463	G2	9700	11:33	13:09	96	13:09	13:43	34	15.6	44.1
52	14	01	6837	G2	9900	11:38	13:15	97	13:15	13:47	32	15.5	46.9
53	31	01	0732	G2	9870	11:41	13:16	95	13:16	13:48	32	15.8	46.9
54	33	01	0772	G2	9860	11:42	13:17	95	13:18	13:53	35	15.8	42.9
55	4	01	8117	G2	9980	11:45	13:22	97	13:23	13:54	31	15.5	48.4
56	6	01	1355	G2	9970	11:47	13:23	96	13:24	13:56	32	15.6	46.9
57	7	01	0763	G2	9660	11:49	13:27	98	13:28	14:01	33	15.3	45.5
58	34	02	2030	G2	9970	11:51	13:28	97	13:28	14:02	34	15.5	44.1
59	17	02	0469	G2	9980	11:52	13:29	97	13:30	14:04	34	15.5	44.1

図-3 ICタグデータ抜粋

3．システム運用の結果

システム運用にあたり、本システムに必要な各機器については、H16.3月に製造工場に出向き、稼動状況、外観確認等を行った。また骨材運搬を行う前には、骨材プラントおよび骨材貯蔵設備側において実機によるシステムの稼動状況をチェックし、不具合等が無いか確認した。

横川ダムでの骨材運搬は、H16.5月～H18.6月まで行った（現場の冬季休止があるため、実運搬期間は20ヶ月である）。運搬台数は、コンクリート打設量が少ない時には、10～18台/日程度、その他の期間は20～30台/日程度（最大33台/日）のダンプ台数で骨材運搬を実施した。

運搬数量等は表-1に示すとおりである。

表-1 骨材運搬量実績一覧

年度	骨材運搬量(m ³)		ダンプ 総台数(台)
	粗骨材	細骨材	
H16	62,760	21,500	17,314
H17	121,430	41,880	34,847
H18	10,470	4,710	3,221
計	194,660	68,090	55,382

全体で55,400台程度の運搬台数であったが、トラブルやシステムエラーも発生することなく問題無く骨材運搬を終了することができた。

また運搬量の管理についても、パソコンへの数値入力作業が必要無ことから、日々の集計、貯蔵量の管理等が正確・迅速・容易に行うことができた。

4．今後の課題

当システムは、骨材ストックヤード側において製品積込オペレータ（タイヤショベル）とダンプオペレータによる人的判断でICタグへの書き込みを行っている。この場合には複数の人的判断により、勘違い等のミスは減少出来るが、絶対的な防止にはならない。そこで機械的に骨材種別等を認識でき、全自動運転が可能な装置およびシステムが今後は必要となってくる。

全自動化による新システムとしては、

出荷側のポイントでは、骨材重量、出荷時刻の情報をICタグに送信・書込を行う。

荷受け側において、レーザ変位計をダンプトラック停止位置および受入れベルコン上に設置して、骨材種別の認識を自動で行う。

認識した骨材種別情報を各貯蔵設備へ振分けるためのシャトルコンベヤへ伝達させ、自動で制御運転を行うようにする。

これらの装置により無人化ができ、骨材誤投入を防ぐことも可能になると考える。

また運搬路の各所にチェックポイントを設置することで、運行管理がより確実なものとなり、システムの完成度が向上する。

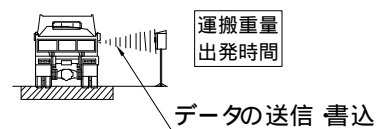


図-4 出荷側ポイント概略図

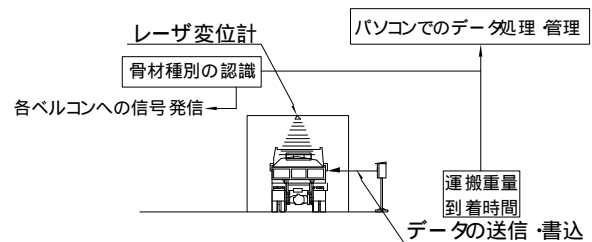


図-5 荷受け側ポイント概略図

新システムを用いた場合のメリットは以下の通りである。

全自動化が図れることから、人的なシステムエラー等が無くなり更なる合理化を図れる。

骨材の自動認識という点で、バッチャープラントや生コン工場においても活用可能である。

5．おわりに

今後の中規模ダムでは、購入骨材を使用するケースが増えるものと考えられ、確実に製品骨材を受入れられる設備が要求される。このような状況下で、骨材混入防止・運行管理システムの必要性が更に増すことが考えられる。そこで当現場における成果が有効に活用され、今後のダム現場および類似現場等に貢献出来れば幸いである。